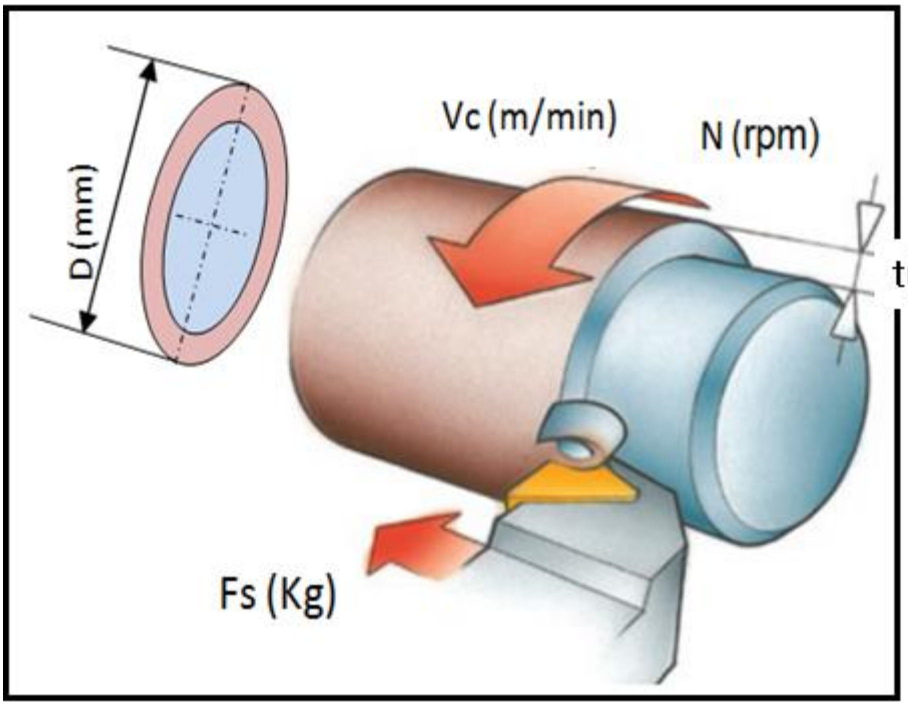
مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى
برنامج تطوير منظومة التعليم والتدريب المهنى من أجل التشغيل
المقدم من البنك الإسلامى للتنمية

معهد بيان العالمية
للتدريب والاستشارات وخدمات السلامة الصناعية

مهنة : خراطة المعادن

تكنولوجيا الخراطة والحساب الفنى

السنة : الثالثة



إشراف عام : مدير المكون
مهندسة : مديحة رفعت محمد
المراجعة الفنية والتصميمية
مهندس : سيد كامل محمد جاد

العام التدريبى
2016/2017

إعداد: بيان العالمية للتدريب
مراجعة: د م . هانى السيد عبد الحليم
كلية الهندسة – جامعة عين شمس

حقوق الطبع والنشر محفوظة لمصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى

المهنة : خراطة المعادن
المادة : تكنولوجيا وحساب فنى
السنة : الثالثة
الزمـــن : ١٠٨ حصة (٣ حصة / اسبوعيا)

الفـــــهرس والمحتويات

الباب	الموضوعـــات	عدد الحصص	رقم الصفحة
الأول	**العمليات الأخرى التى يمكن إجراؤها على المخرطة:** - خراطة الأجزاء ذات السطوح المنحنية (الخراطة التشكيلية) - التجليخ - التحضين - التلميع بواسطة الصنفرة - عمل المشقبيات - لف اليايات	١٥	٣
الثانى	الإختبارات التى تجرى على المخرطة	٩	١٢
الثالث	الصيانة العامة للمخرطة	٦	٢٦
الرابع	ماكينات الخراطة CNC Computerize Numerical Control	١٥	٣١
الخامس	التفاوتات والتوافقات وتشطيب وتنعيم الأسطح	١٢	٦٢
السادس	دقة وأخطاء القياس	٩	٨٩
السابع	**الحساب الفنى للخراطة** - حساب وزن الخامات - حساب قوى وقدرات القطع لعمليات الخراطة - حساب الأزمنة اللازمة للتشغيل على المخرطة - حساب التكلفة التقديرية لإنتاج شغلة بالخراطة	٣٦	٩٧
	المراجعة النهائية	٦	
	إجمالى عدد الحصص	١٠٨	

مقدمة:

الخراطة هي عملية صناعية أساسية في تشغيل المعادن أو اللدائن أو الخشب وغيرها بالقطع على آلات التشغيل. وبها تصنع المشغولات الدورانية والأسطوانية والمخروطية، سواء كان ذلك على السطح الخارجي للمشغولة أو داخلها وبعض السطوح المستوية والأعمدة اللولبية والثقوب. والمخرطة من الآلات التي قد تحتوي على تصنيع باستخدام الحاسب الآلي (CNC) ، وتتم عملية التشكيل بالخراطة عن طريق إزالة الجزاز (الرايش) وهو جزء من المعدن عن طريق أقلام القطع المختلفة وذلك بدوران المشغولة حول محور مع تحرك قلم القطع بحركة خطية، غالباً ماتكون موازية أو معامدة لمحور دوران المشغولة.

وتعتبر المخرطة من أهم آلات التشغيل لأنها تستخدم في إنتاج الأجزاء الأسطوانية كما تستخدم في إنتاج السطوح الدورانية مثل:المسامير والأعمدة الأسطوانية والجلب والأقراص والأجزاء المخروطية، كما استخدمت قديمًا في قطع الأخشاب ، و للمخرطة أنواع كثيرة نذكر منها: مخرطة الذنبة (المخرطة العامة)، ومخارط السلندرات ، ومخارط الإنتاج الغزير مثل (المخارط البرجية - المخارط الأتوماتيك ، ومخارط تعمل بنظام الحاسب الآلى CNC (COMPUTER NUMERICAL CONTROOL).

وتنتقل الحركة إلى ظرف المخرطة حسب الترتيب الآتي (من المحرك الكهربائي إلى علبة السرعة عن طريق بكرات وسيور الى عمود الدوران الى الظرف ، وتحتوي المخرطة على أجزاء رئيسية تساعدها على إنجاز مهامها بسرعات متعددة للمشغولات، وتحتوي بعضها على أبراج متعددة تحمل قلم القطع لتسهيل العمل و تقليل وقت الإنتاج .

وفى هذا الكتاب نحاول إيصال ولو جزء يسير من المعلومات عن المخارط وعمليات التشغيل والمهام الشائعة الإستخدام فى التشغيل والتصنيع ، والمطلوب منك معرفة المعلومات التكنولوجية واكتساب المهارات العملية والتفوق فيها، وقد يستغرق اكتساب هذه المهارات وقتاً طويلاً حتى تصبح ماهراً في العمل علي هذه الماكينة ، غير أنك إذا شاهدت خراطاً ماهراً وهو يعمل علي المخرطة، لأدركت علي الفور مدى أهمية التنسيق بين عمليات الخراطة بين الأيدي والعقل والنظر.

والحقيقة أن كثيرا من أساتذة الهندسة لهم السبق فى مثل هذه الموضوعات وقد تعلمنا منهم وأخذنا عنهم الكثير، ونتقدم لهم بخالص الشكر والتقدير ، ونبتهل بالدعاء إلى الله العلى القدير بأن يجعل جهدهم وهذا الجهد المتواضع فى ميزان حسناتنا إنه قريب مجيب الدعاء.

(والله من وراء القصد) ٢٠١٦/٢٠١٧

إعداد: بيان العالمية للتدريب

مراجعة: د م . هانى السيد عبد الحليم

كلية الهندسة – جامعة عين شمس

العام التدريبى

2016/2017

إشراف عام : مدير المكون

مهندسة : مديحة رفعت محمد

المراجعة الفنية والتصميمية

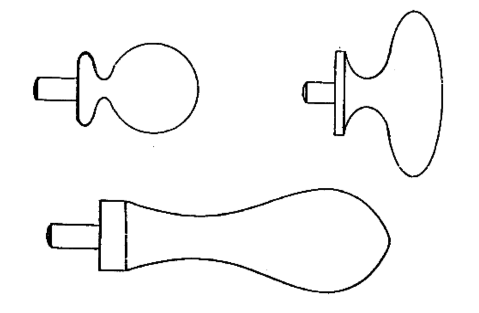
مهندس : سيد كامل محمد جاد

حقوق الطبع والنشر محفوظة لمصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى

الباب الأول:
العمليات الأخرى
التى يمكن إجراؤها
على المخرطة:

- ✓ خراطة الأجزاء ذات السطوح المنحنية (الخراطة التشكيلي)
- ✓ التجليخ
- ✓ التحضين
- ✓ التلميع بواسطة الصنفرة
- ✓ عمل المشقبيات
- ✓ لف اليايات

خراطة الأجزاء ذات السطوح المنحنية (الخراطة التشكيلية)



شكل رقم (١)

تختلف الخراطة التشكيلية عن الخراطة الطوليه والوجهية في الغرض منها وتتشابه في المفاهيم والأساسيات. شكل رقم (١)

متى نلجأ للخراطة التشكيلية ؟

نلجأ للخراطة التشكيلية عند خرط الأشكال الأسطوانية غير المنتظمه مثل المنحنيات أو عند نسخ الشكل والأبعاد من مشغولة الى قطعة الخام المراد خرطها.

طرق الخراطه التشكيلية

توجد أربع طرق رئيسية هي:

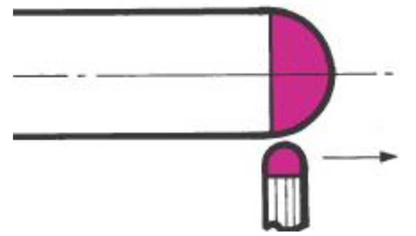
١. الخراطه اليدوية الحرة Freehand
٢. الخراطة بأقلام التشكيل Form-turning tool
٣. الخراطة بأستخدام نماذج النسخ (النموذج والدليل Template and Follower)
٤. الخراطة بالعده الكروية Spherical tool

١. الخراطة اليدوية الحرة التشكيليه

تعتبر من أكبر المشاكل التي تواجه مشغلين المخارط المبتدئين لما تتطلبه من التنسيق بين كلتا يدي المشغل ولما تتطلبه من توافق ذهني عضلي كما تتطلب الأحتراف التام لممارسة المهارات الأساسية للخراطة.

ولنأخذ مثال لنتحدث من خلال خطوات تنفيذه

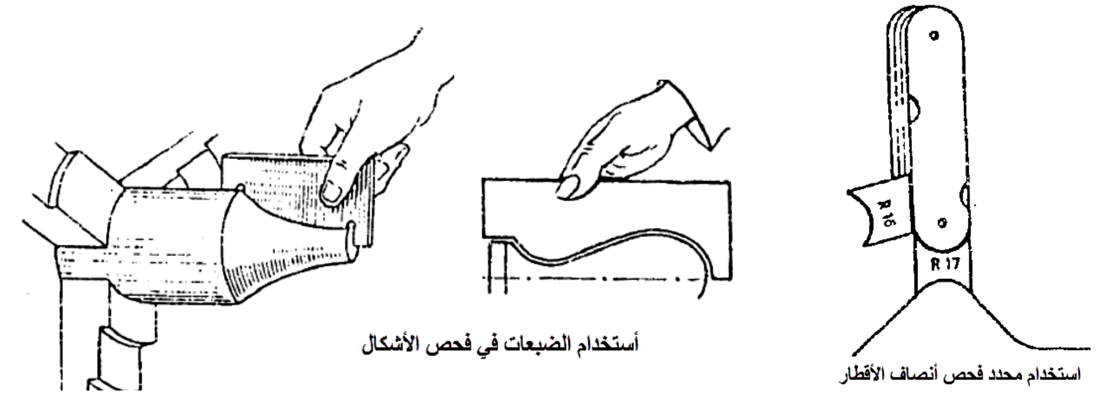
مثال: يراد خرط قوس نصف قطره ١٢ مم عند طرف مشغولة (شكل ٢)



شكل رقم (٢)

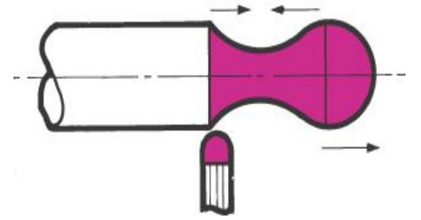
١. ركب المشغولة بالظرف وأخرطها وجهيا (تسوية قورة) ثم طوليا بالقطر والطول المطلوب.
٢. بأستخدام قلم خرط يمين وميكروميتر العربة وأثناء دوران المشغولة قم بتعليم (خدش رفيع) المشغولة على بعد ١٢مم من طرف المشغولة.
٣. ركب قلم خراطة نصف دائرة وأضبطه ليقع حده القاطع فى المستوى الأفقي المار بمحور المشغولة (أضبطه على الذنبة).
٤. أدر المخرطة وأضبط الحد القاطع بحيث يلامس محيط المشغولة على مسافة ٦مم تقريباً من طرف المشغولة.
٥. ضع يدك على مقبض (يد) تحريك الراسمة العرضية واليد الاخرى على طارت تحريك العربه ولف طارت تحريك العربه (لف من الطاره وليس من المقبض) لتغذى طرف الحد القاطع ببطء في اتجاه طرف المشغولة وفي نفس الوقت حرك مقبض الراسمه العرضية لتغذى العده داخل المشغولة.
٦. أخرج بالعدة القاطعه وارجع بها يساراً أكثر بقليل من مسافة ٦مم من طرف المشغولة.
٧. كرر القطع كما بالخطوة رقم ٥ حتى يصبح طرف العدة عند خط العلام الموجود على بعد ١٢مم من طرف المشغولة

٨. أفحص نصف القطر بواسطة محدد قياس نصف القطر وان كان نصف القطر غير مضبوط يمكن أعادة القطع مره أخرى أو استخدم المبارد في تشطيب وضبط الشكل والأبعاد (شكل ٣)



شكل رقم (٣)

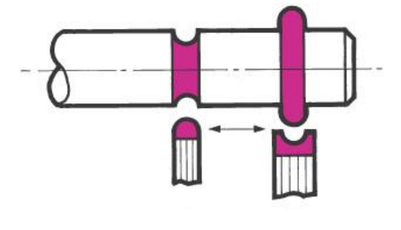
كما يمكن باستخدام نفس الأسلوب خرط القوس المحدب مع مراعاة أن تبدأ القطع من القطر الكبير كما هو موضح بشكل (٤).



شكل رقم (٤)

٢. الخراطة بأقلام التشكيل Form-turning tool

- تستخدم للأقواس المحدبه أو المقعرة أو لتشغيل المشغولة لتأخذ شكل الحد القاطع اياً كان شكله بشرط ان تكون الأبعاد صغيرة
- تشكل العدة القاطعة بالتجليخ أو تقطع بماكينات القطع بالسلك لتأخذ شكلها ثم تسن بالتجليخ وتستخدم محددات أو ضبعات لفحص شكل وأبعاد عدد القطع.
- عند قطع الأقواس المحدبه أترك طوق بارز من المعدن بالأبعاد المطلوبة قبل القطع التشكيلي (شكل ٥)
- يزال المعدن أولا بقلم خرط تخشين بالخراطة الطولية أو العرضية مع ترك سماحا كافي للتشطيب ثم تشطب المشغولة بقلم التشكيل لتخفيف الأحمال على أقلام التشكيل
- لإنتاج مشغولات مشطبة جيداً يجب ان يتم القطع عند سرعات قطع منخفضة
- أستخدم الزيوت الخاصة بعمليات القطع أثناء تغذية العده القاطعه في المشغولة
- للتخلص من الاهتزازات (الدردره –chatter) اثناء القطع حرك العده القاطعه برفق في الاتجاه الطولي.



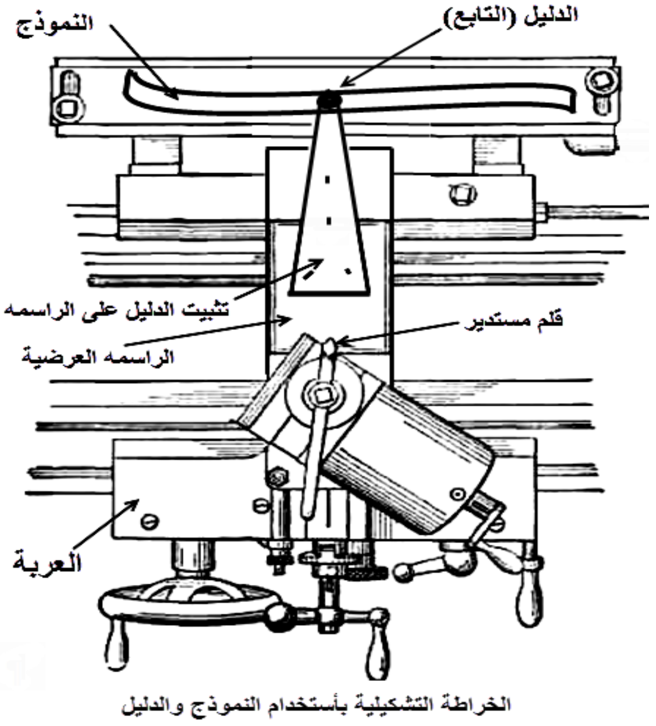
شكل رقم (٥)

٣. الخراطة بأستخدام نماذج النسخ

يسمى ايضاً هذا الأسلوب بالخراطة باستخدام النموذج والتابع (هذه الطريقة تشابه الى حد كبير خراطة المسلوب بواسطة جهاز السلبة)

خطوات التنفيذ

- صنع نموذج من لوح سميك من الصلب بدقه عالية وتشطيب جيد ويماثل الشكل المطلوب
- ثبت النموذج على لوح التثبيت خلف المخرطة كما هو موضح بشكل (٦)
- أضبط وضع النموذج ليتناسب مع بداية ونهاية المشغولة المثبته بين ذنبيتين أو بواسطة الظرف
- ثبت قلم خراطة حده القاطع مستدير (لاحظ أن نصف قطر استدارة الحد القاطع لابد أن يساوي نصف قطر الدليل (التابع) الذي سيتحرك داخل النموذج)
- ثبت الدليل (التابع) على الرسمه العرضية كما هو موضح بشكل ٦٩
- اخرط تخشيني بتحريك العربة والراسمة العرضية يدوياً مع مراعاة أن يكون الدليل ملامس لسطح النموذج طوال فترة الخراطه (يترك تقريبا ١مم زيادة في المقاسات كسماح للتشطيب)
- أفصل الراسمه العرضية من فتيل التغذيه لتصبح حرة الحركة.
- أضغط بيدك برفق على الراسمة العرضية لتحافظ على تلامس جيد بين الدليل وسطح النموذج

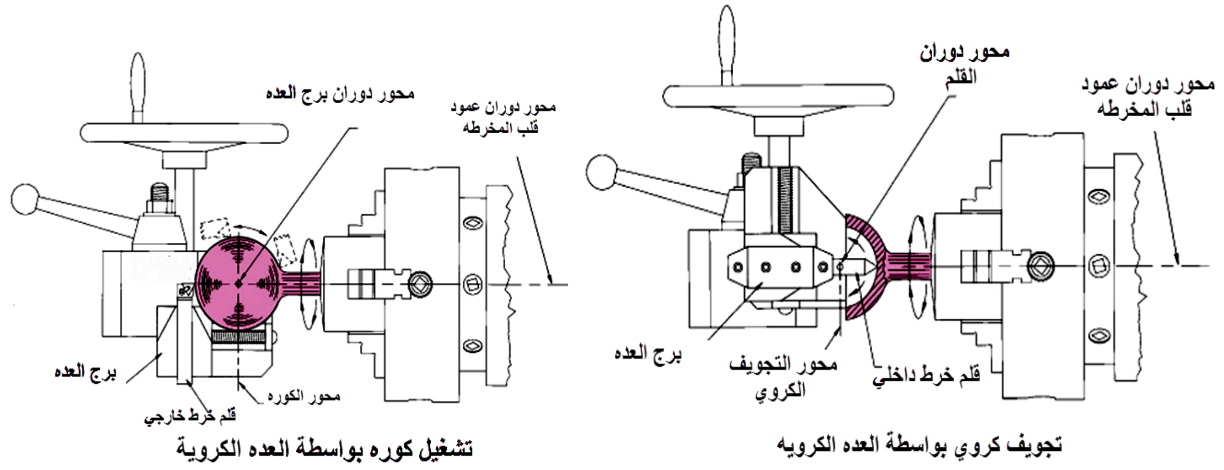


شكل رقم (٦)

- عشق أوتوماتك تغذية العربه على سرعة منخفضة وأجري القطع التشطيبي مع مراعاة التلامس بين الدليل والنموذج طوال عملية القطع

٤. الخراطة التشكيلية بالأقلام الكروية Spherical tool

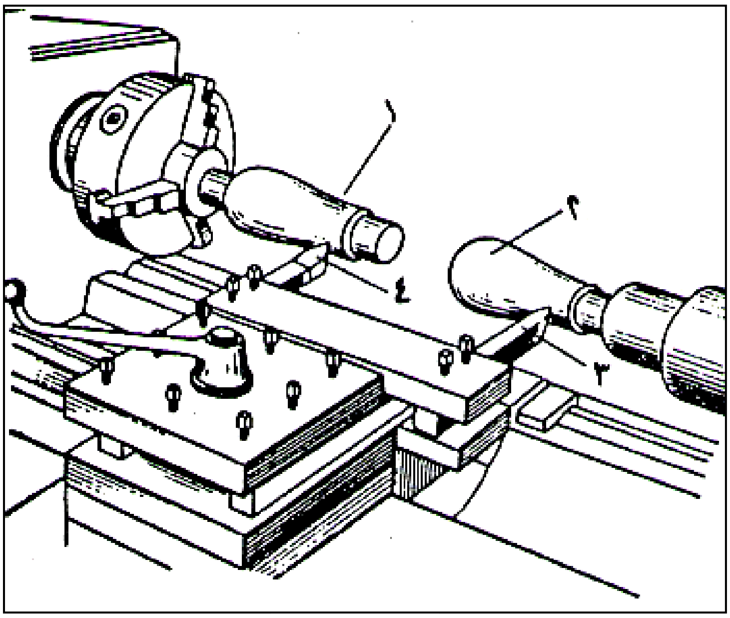
بواسطة هذا الأسلوب يمكن خراطة كوره أو تجويف كروي بدقه استدارة ودقة ابعاد تصل الى ٠,٠١ مم يثبت هذا الملحق على الراسمه العرضيه وهو يتكون من برج عده (مقلمه) مثبته على قاعدة يمكن ان تدور حول مركز ثابت وذلك يدوياً أو آلياً كما هو موضح بشكل (٧)



شكل (٧)

الخراطة بواسطة الضبعة الموجودة على الغراب المتحرك :

يتم ربط الضبعة (٢) على الغراب المتحرك وتحمل المقلمة الدليل (٣) والقلم (٤) وتتطابق الحركة الطولية والتغذية العرضية باليد عندما يكون الدليل (٣) ملامس تماما للضبعة (٢) فينقل شكل الضبعة على الشغلة (١) ويجب أن يكون الدليل والعدة على المحور تماما . شكل (٨)



شكل (٨)

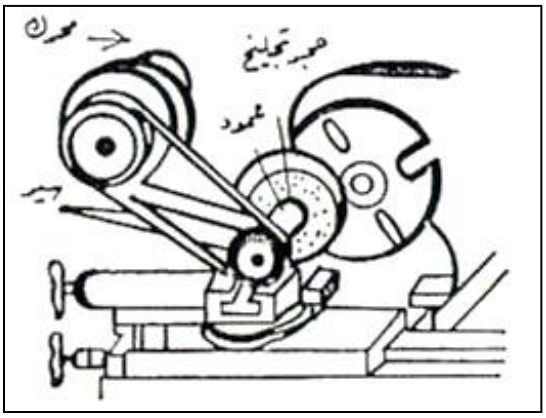
الأخطاء التى تحدث عند خراطة التشكيل :

١. خطأ فى تشكيل العدة .
٢. عدم صحة أبعاد الشغلة .
٣. الحصول على شكل غير حقيقى .
٤. عدم إنتظام التغذية .
٥. عدم جودة السطح المشغل .

العمليات الأخرى التى يمكن إجراؤها على المخرطة :

أولا : التجليخ على المخرطة

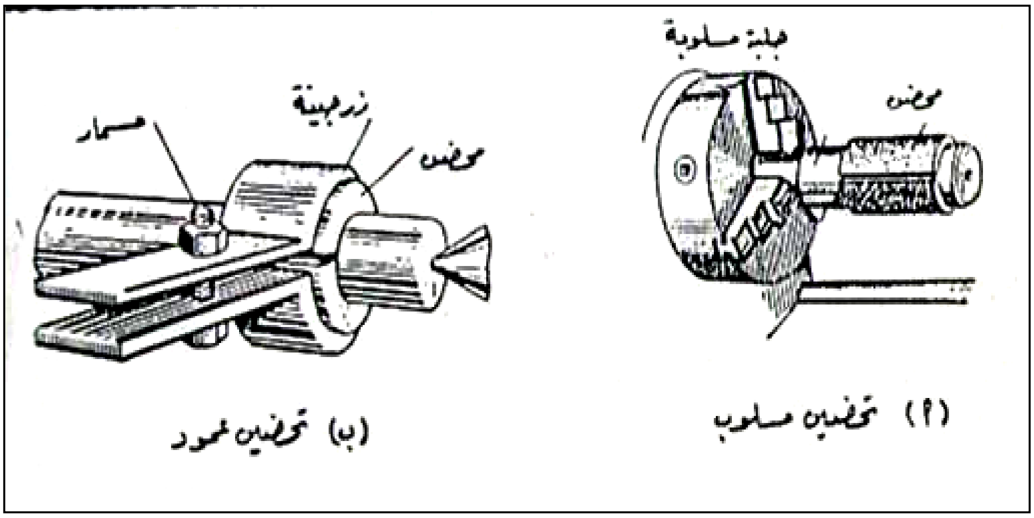
تتم عملية التجليخ على المخرطة بربط جهاز تجليخ ذو محرك كهربائى خاص بدل المقلمة ثم تدار االشغلة ببطء وفى نفس إتجاه دوران الحجر وتتم التغذية بالراسمة العرضية والعربة ويقتصر التجليخ على تجليخ الثقوب والأعمدة وسماح التجليخ من ١ – ٠,٨ مم . شكل (٩)



شكل (٩)

ثانيا : التحضين على المخرطة

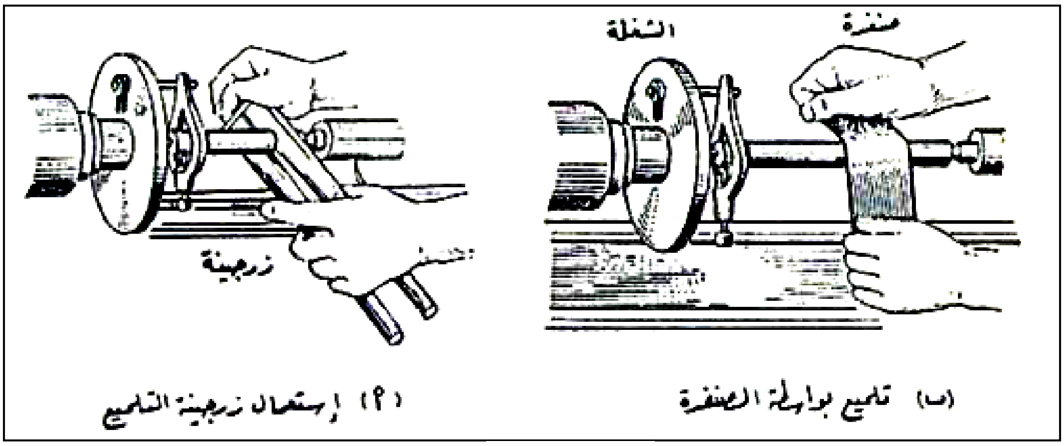
التحضين عملية ذات دقة عالية وله ماكينات خاصة . وفى بعض الأحيان تستخدم المخرطة ويستخدم لهذا الغرض جلبة تحضين مشقوقة تضبط بواسطة مسامير قلاووظ وتكون مصنوعة من مادة لينة كالنحاس أو الرصاص أو البرونز توضع بها عجينة من أكسيد الكروم والزيت ثم تربط الجلبة ربطا خفيفا وتدار باليد إلى الأمام وإلى الخلف . شكل (١٠)



شكل (١٠)

ثالثا : التلميع بواسطة الصنفرة على المخرطة

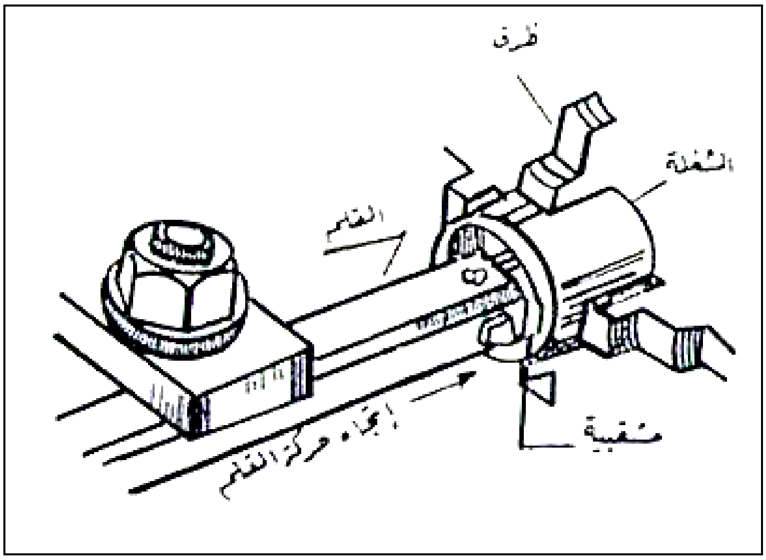
تلمع الأسطح على المخرطة بواسطة الصنفرة أو بودرة الصنفرة أو عجينة خاصة توضع فى زرجينة التلميع وهذه الزرجينة عبارة عن قطعتين من الخشب متصلتين بقطعة من الجلد ومادة البوكيست لتحضين الشغلة . شكل (١١) ويجب تزييت سطح الشغلة والضغط الخفيف باليد على الصنفرة أو الزرجينة



شكل (١١)

رابعا : عمل المشقبيات على المخرطة

لم تصمم المخرطة لأداء هذا العمل ولكن من الممكن عمل المشقبيات . وتتم هذه العملية بنفس عدة الخراطة بواسطة اليد وبدون إدارة عمود الدوران للمخرطة ، وتتم حركة القلم بواسطة تحريك العربة باليد ويمكن زيادة عمق القطع بإستخدام حركة الراسمة العرضية . شكل (١٢)



شكل (١٢)

خامسا : لف اليايات

تعتبر اليايات مصدر للحركة الميكانيكية وعضو ناقل للحركة وتستخدم اليايات كوصلات مرنة بين أجزاء الماكينات أو الأجهزة ويكون الياى إما ورقى أو حلزونى أو مخروطى ويكون ذو مقطع دائرى لأو مربع أو مستطيل .

تأثير القوة على شكل الياى :

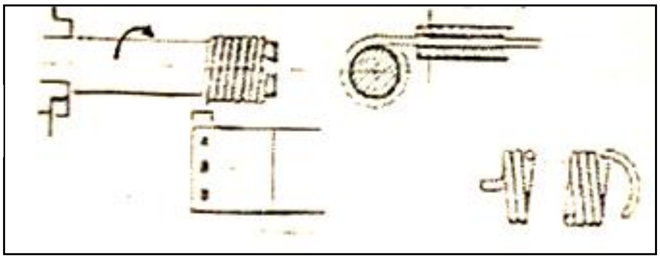
عند تأثير قوة على الياى فإنه يتغير شكله وعند زوال هذا المؤثر يستعيد شكله الأصلى ويتوقف هذا على مرونة المعدن المصنوع منه الياى (طول المعدن – نوعه – مساحة مقطع الياى - الخطوة) .

طريقة عمل الياى على المخرطة :

تجهز شاقة من الصلب إسطوانية الشكل بالقطر المحدد لعمل الياى وتثقب من أحد طرفيها وتثبت بظرف المخرطة . تثبت قطعتان من الخشب بالمقلمة ليمر من خلالهما السلك ويثبت بدايته بالثقب الموجود بالشاقة عند تشغيل المخرطة وبدوران السلك على محيط الشاقة يتم إنتاج الياى .

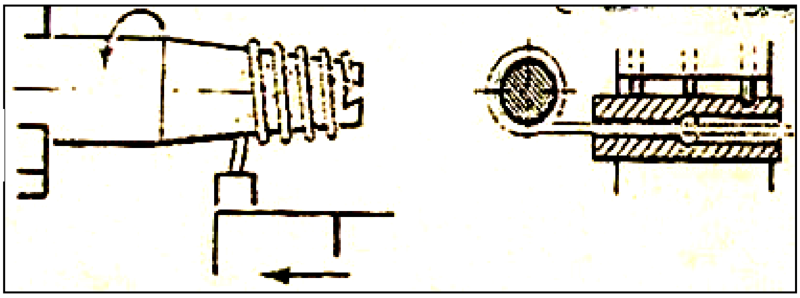
مع ملاحظة الآتى :

- مرور السلك بمستوى سطح الشاقة العلوى شكل (١٣) فى حالة دوران الممخرطة (شمال)



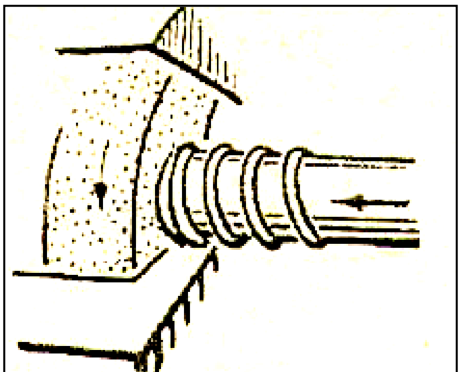
شكل (١٣)

- مرور السلك بمستوى سطح الشاقة السفلى شكل (١٤) فى حالة دوران المخرطة (يمين)



شكل (١٤)

- بعد إتمام لف الياى على الشاقة يجب دوران ظرف المخرطة يدويا عكس إتجاه دوران سلك الياى .
- ضرورة وضع شحم بين قطعتين الخشب .
- يجب تسوية الياى على حجر الجلخ . شكل (١٥)



شكل (١٥)

حساب قطر عمود شاقة الياى :

حيث أن قطر الياى يزداد بعد فكه من على الشاقة فيجب أن يكون قطر عمود الشاقة أقل من القطر الداخلى للياى .

قطر الشاقة = ٠,٨ × القطر الداخلى للياى

القطر الداخلى = القطر المتوسط – قطر السلك

حساب خطوة الياى :

$$\text{خطوة الياى} = \frac{\text{طول الياى}}{\text{عدد اللفات}} \text{ مم}$$

حساب طول السلك :

طول السلك = ط × القطر المتوسط × (عدد اللفات + ٢)

حساب مجموعة التروس المستخدمة فى عمل الياى :

$$\frac{\text{حاصل ضرب عدد أسنان التروس القائدة}}{\text{حاصل ضرب عدد أسنان التروس المنقادة}} = \frac{\text{خطوة الياى}}{\text{خطوة عمود القلاووظ}}$$

الباب الثانى:
الإختبارات
التى تجرى
على المخرطة

الباب الثانى : الإختبارات التى تجرى على المخرطة

مقدمة:

تعتبر المخرطة ضمن مكنات التشغيل الدقيق ، غير أن دقتها وعمرها التشغيلى إنما يتوقفان بداية على تركيبها وضبطها والإختبارات التى تجرى عليه قبل التشغيل والتحميل والخراط الذى يستخدمها .

فيجب إجراء العمليات عليها بطريقة مأمونة وفى حدود إمكانياتها وتبعاً لملحقاتها من مواسك وأقلام ، ولنوعية المشغولات أيضا .

ولذلك يجب المحافظة على جميع أجزائها المتحركة وضوابطها من التلف ، ولضمان استمرار دقتها تركب بحيث يكون فرشها مستوياً وفى وضع أفقي تماماً فى جميع المستويات.

كما يحظى الاحتكاك بنفس القدر من الأهمية لما يتسبب فيه من خلوص بين الأجزاء المتحركة مما يستلزم خفضه بتزييت جميع الأسطح المتزاوجة جيدا بشكل منتظم وهذا يستدعى نظافة جهاز سائل التبريد لضمان استمرار تدفق السائل بطريقة مأمونة .

<u>أنواع الإختبارات التى تجرى على المخرطة:</u>

١. إختبارات المخرطة عند التركيب
٢. إختبارات المخرطة بدون تحميل
٣. إختبارات المخرطة عند التحميل
٤. إختبارات التجميع
٥. إختبارات القدرة والعزم
٦. إختبارات الدقة

الأدوات والأجهزة اللازمة للإختبارت:

١- المساطر والزوايا
٢- ميزان المياه
٣- شاقات الإختبار
٤- الفلير
٥- عدادات السرعة
٦- مبين قياس ذو قرص مدرج

وهناك أدوات واجهزة إخرى يمكن تدبيرها وإستخدامها عند الحاجة

١- إختبارات المخرطة عند التركيب والتجميع

المواصفات الفنية التي يتم على أساسها شراء المخرطة:
يتم شراء المخرطة على أساس:

١- شكل المنتج المطلوب إنتاجه
٢- قطر الظرف
٣- طول الفرش
٤- القدرة
٥- البلد المصنع
٦- الموديل (سنه الصنع)
٧- درجة الدقة

الإحتياطات الفنية عند نقل المخرطة إلى الورشة وكذلك عند التثبيت وعند التشغيل:

- **الاحتياطيات الفنية عند نقل المخرطة من المعرض إلى الورشة:**

١- استخدام الأوناش المناسبة واللازمة لرفع الفريزة والمتناسبة مع وزنها وحجمها.
٢- استخدام الطريقة السليمة للرفع كما هو موضح بكتالوج الماكينة فمثلا هناك أماكن مخصصة في جسم المخرطة لا يجوز رفع الفريزة إلا منها.
٣- كذلك استخدام الأداة الموضحة بالكتالوج من حيث للرفع باستخدام الكلارك أو باستخدام الجنازير او باستخدام الأسلاك أو باستخدام القضبان وغيرها.
٤- وضع قواعد خشبية تحت المخرطة أثناء النقل ولامتصاص الصدمات.
٥- وضع أخشاب بين أسلاك الرفع وجسم المخرطة للتحميل عليها لعدم حدوث خدوش في جسم الماكينة.
٦- استخدام وسيلة النقل المناسبة لوزن المخرطة وحجمها.
٧- الحذر من استخدام وسائل رفع أو نقل غير مناسبة في سبيل توفير تكاليف النقل والرفع.

- **الإحتياطات الفنية عند تثبيت المخرطة:**

١- يتم تثبيت المخرطة على قاعدة خرسانية تتناسب مع وزنها بحيث أن كل ١٠سم^3 لكل طن من وزنها.
٢- يجب تثبيت المخرطة تثبيت افقى على قاعدة خرسانية لأنه إذا تم تثبيت المخرطة تثبيت مائل ولو درجة واحدة أدى ذلك اى وجود مركبتين لوزن الفريزة إحداهما رأسيه وأخرى أفقية تؤدى إلى زيادة أو تقصان الحمل على الشغلة أو على سكينه المخرطة مما يؤدى إلى تغير الأبعاد المطلوبة.
٣- ألا يقل سمك القاعدة الخرسانية عن ١٥ سم أعلى مستوى الأرض.
٤- تثبيت المخرطة في وضع مائل وعادة ما تكون زاوية الميل ١٥° وذلك لتخفيف شدة الإضاءة على العامل.
٥- يجب ألا يقل بعد الماكينة عن الأخرى بـ ١ متر وذلك لمنع إعاقة الحركة بالورشة ومنع وقوع اى حادث.
٦- مراعاة إنزال المخرطة بهدوء حتى لا يؤثر ذلك على الفرش أو على قاعدة التثبيت.

- تجهيز المخرطة للعمل:

- وصل التيار الكهربى ويراعى الفولت الخاص بالماكينة ويجب تركيب مفتاح منفصل للمخرطة.
- يراجع الزيوت الخاصة بالماكينة قبل بدء الادارة ويجب تحريك جميع الاجزاء يدويا.

تزييت المخرطة:

التزييت يؤثر على عمر الماكينة من حيث طريقة التزييت ونوعه والمدة البينية لكل مرة والكمية المطلوبة.

- إختبار ثبات الرباط:

- تثبيت الماكينة على القاعدة تثبيت قائم الماكينة مع الفرش وتثبيت الغراب الثابت ومجموعة تروس التغذية مع الفرش تثبيت الطنابير على أعمدتها.
- أختبر الخلوص الخاص بالقلاووظ (فتيل الحركة) الراسمة وحامل المقلمة.
- أختبار وضبط (أذا كان هناك حاجة لذلك) كلاتش الادارة الرئيسى وفرامل العمود الرئيسى (لمحور القلب).
- مراجعة رباط مسامير تثبيت (العربة - الراسمة - حامل المقلمة).
- تنظيف الاوجة التى عليها حركة مثل حركة حامل القلم.
- تنظيف الفرش والمجارى الخاصة بة والتفتيش عن التأكل.
- إختبار نظام التبريد بكافة أجزاءة.
- إختبار وفحص الابواب وحواجز الوقاية.

٢- إختبارات المخرطة بدون تحميل:

عند إجراء هذه الإختبارات يجب تعشيق التروس أثناء الدوران ويتم مراجعة الأتى:

أ- صندوق التروس

١- الحرارة:

يتم تشغيل صندوق التروس بسرعات تبدأ من أقل سرعة حتى أكبر سرعة ، ويكون الزمن اللازم لإجراء الإختبار ٤٠ دقيقة ، فيجب الأ تزيد الحرارة عن ٧٠ درجة عند كراسى التحميل ، وبالنسبة للأجزاء الأحرى فيجب الأ تزيد الحرارة عن ٤٠ درجة.

٢- الصوت:

يجب عدم وجود أية أصوات غير طبيعية وأن يكون الدوران سلسا دون صدمات بين التروس.

٣- التزييت:

يجب إنتظام حركات طلمبات التزييت والأيكون هناك تسريب للزيت من المواسير أو الوصلات.

٤- الأيادى والأعمدة:

يجب ان تكون حركة الأيادى وتغييرها سلسا ولايحتاج الى قوة أكبر من اللازم ، ويتم مراجعة القوابض الإحتكاكية للتأكد من سهولة التعشيق والفصل.

ب- صندوق السرعات

يتم مراجعة صندوق السرعات عند أقل سرعة والسرعة المتوسطة والقصوى وذلك لمدة عشر دقائق ويجب مراعاة الأتى:

١- الأ تزيد درجة حرارة كراسى المحاور عن ٧٠ درجة .

٢- عدم وجود أية أصوات غير طبيعية أو مزعجة.

٣- سهولة تغيير وضع الأيادى.

٤- الأ يزيد الإنحناء المركزى بين الجلب وعامود القلاووظ وعامود الجر عن ٠,١٢ مم.

٥- الأ تزيد القوة اللازمة لتغيير الأيادى عن ٥ كجم.

٣- إختبارات المخرطة عند التحميل:

بعد انتهاء إختبارات المخرطة بدون تحميل يجب ان يبدأ الإختبارات عند التحميل فى ظروف التشغيل العادية ، ويتم ذلك بإستخدام ألآت قطع ذات مواصفات قياسية ، مع تحديد نوع وأبعاد الخامة المناسبة ، وكذلك كل من مقدار التغذية وعمق وسرعة القطع فى كل حالة من حالات الإختبار.

وهناك عدة إختبارات يجب مراعاتها عند إختبارات المخرطة عند التحميل وهى:

١- مراجعة القوابض الإحتكاكية .
٢- مراجعة جميع الحركات الميكانيكية تحت ظروف التشغيل.
٣- مراجعة امكانية الإعتماد على أجهزة الأمان المختلفة مثل فصل التيار الكهربى عند التحميل الزائد للمخرطة أو إرتفاع درجة الحرارة أكبر من اللازم.
٤- مراجعة مدى ثبات المخرطة أثناء التشغيل (الأتزان والإستقرار).
٥- مراجعة سهولة وسلامة الحركات المختلفة.

٤- إختبارات التجميع:

هناك عدة نقاط يجب مراعاتها عند إجراء هذه الإختبارات وهى :

١- مراجعة تشغيل حميع الأليات وسائل تثبيت الشغلة وأدوات القطع .

٢- مراجعة الأجهزة الكهربية والميكانيكية ووسائل الوقاية.

٣- مراجعة نظام التبريد والتأكد من عدم تسرب الزيت من المواسير والخزان مع ضمان وصوله الى مكانه المناسب والتأكد من وجود وسيلة لتصريف سائل التبريد الى الخزان مرة اخرى .

٥- إختبارات القدرة والعزم:

تقاس القدرة المستهلكة اثناء عملية القطع ، ويتم ذلك بتشغيل قطعة بأبعاد معينة وشروط قطع معينة وأداة قطع خاصة ، وتحسب القدرة المستهلكة وتقارن بالقدرة النمطية المفروضة.

٦- إختبارات الدقة:

تشمل هذه الإختبارات الأتى :

١- تركيب وضبط إستوائية الماكينة .

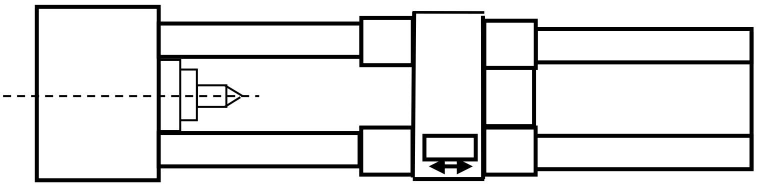
٢- إختبارات جودة أسطح الأنزلاق .

٣- إختبارات دقة عامود الدوران الرئيسى.

٤- مراجعة الدقة الحركية للماكينة .

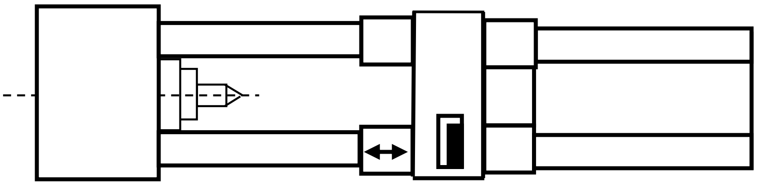
وفيما يلى بعض إختبارات الدقة العملية التى تسجل فيها النتائج والتفاوتات المسموح بها فى كل إختبار وهى على النحو التالى:

إختبار (١)
إستقامة الحركة الطولية للعربة فى المستوى الأفقى



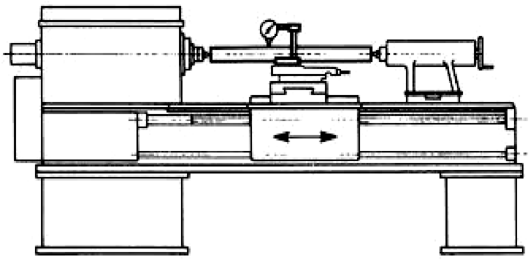
م	الإختبار	التفاوت	
		المسموح به	الفعلى
١	يوضع ميزان استواء على العربة بالقرب من المقلمة فى إتجاه موازى لإتجاه حركته	٠,٠٢ فى طول المتر من مشوار العربة	٢
٢	تحرك العربة فى الأتجاه الطولى بمقدار المشوار الكلى ، وتؤخذ القياسات فى إزاحات متساوية أقل من ٥٠٠ مم للإزاحة الواحدة	٠,٠٤ فى الطول الكلى لمشوار العربة ٢ متر ، ويسمح بالتحدب فقط	٤

إختبار (٢)
إلتواء حركة العربة الطولية



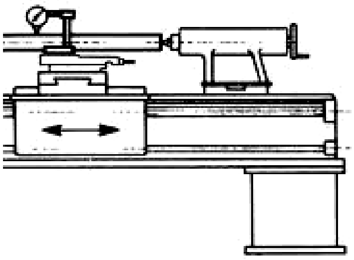
م	الإختبار	التفاوت	
		المسموح به	الفعلى
١	يوضع ميزان استواء على العربة بالقرب من المقلمة فى إتجاه عمودى على إتجاه العربة	٠,٠٢ /١٠٠٠ مم	٢
٢	تحرك العربة فى الأتجاه الطولى بمقدار المشوار الكلى وتؤخذ القياسات فى إزاحات متساوية أقل من ٥٠٠ مم للإزاحة الواحدة		

إختبار (٣)
إستقامة الحركة الطولية للعربة فى المستوى الرأسى



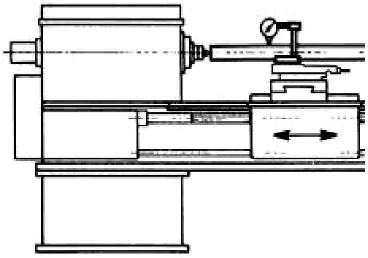
م	الإختبار	التفاوت المسموح به	التفاوت الفعلى
١	يركب عامود إسطوانى بين ذنبتي الغراب الثابت والمتحرك ، ويثبت مبين ذو قرص مدرج إفقيا على العربة بحيث يلامس طرف القياس السطح الإسطوانى للعامود	٠,٠٢ /١٠٠٠ مم	٢
٢	يجب ان تكون قراءتى المبين عند نهايتى العامود واحدة	٠,٠٣ فى الطول الكلى لمشوار العربة ٢ متر ، ويسمح بالإنحراف فى إتجاه المحور المركزى (اى بزيادة قراءة المبين)	٣
٣	يمكن ضبط وضع الغراب المتحرك عند إختلاف القرائتين ، ثم تحرك العربة بطول مشوارها		

إختبار (٤)
توازى منزلق دليل حركة الغراب المتحرك مع حركة العربة



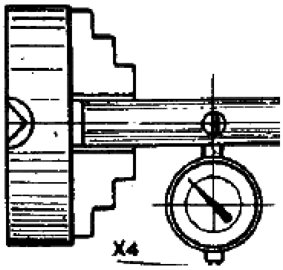
م	الإختبار	التفاوت المسموح به	التفاوت الفعلى
١	يثبت مبين ذو قرص مدرج على العربة بحيث يلامس طرف القياس منزلق دليل حركة الغراب المتحرك المراد إختباره	أولا: بالنسبة لأسطح الإنزلاق الأفقية يكون التفاوت ٠,٠٣ /١٠٠٠ مم من مشوار العربة (٢ متر) .	
٢	يمكن إختبار كل من منزلق للغراب المتحرك على حده بإستخدام مبين واحد	ثانيا: بالنسبة لأسطح الإنزلاق الرئسية المائلة يكون التفاوت ٠,٠٢ /١٠٠٠ مم من مشوار العربة (أى ٢٥ % فى الطول الكلى لمشوار العربة ٢ متر)	
٣	يؤخذ القياس فى المستوى العامودى على السطح المختبر		
٤	تحرك العربة فى الإتجاه الطولى بمقدار الطول الكلى لمنزلق الغراب المتحرك		

إختبار (٥)
عدم إنتظام الدوران (الرفة) لمركز الصينية بعامود الغراب الثابت



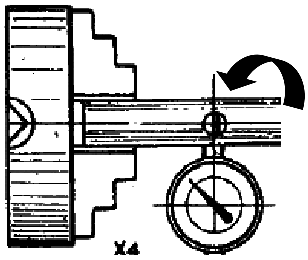
م	الإختبار	التفاوت: المسموح به	التفاوت: الفعلى
١	يثبت مبين ذو قرص مدرج على المخرطة بحيث يلامس طرف القياس مرتكز الصينية ويكون عموديا على السطح الإسطوانى	٠,٠١ مم	١
٢	يدار عامود الدوران ويكون أقصى انحراف للمبين هو قيمة الرفة القطرية		

إختبار (٦)
الرفة القطرية لثقب عامود دوران الغراب الثابت



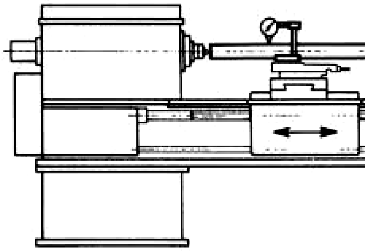
م	الإختبار	التفاوت: المسموح به	التفاوت: الفعلى
١	يركب عامود اسطوانى بإحكام فى ثقب عامود الدوران		
٢	يثبت مبين ذو قرص مدرج على المخرطة بحيث يلامس طرف القياس سطح عامود الإختبار (على السطح العلوى)		٣
٣	يدار عامود الدوران وتؤخذ القياسات فى وضعين:		
	الأول (أ): بالقرب من وجه عامود الدوران	٠,٠١ مم	
	الثانى (ب): على مسافة = ٣٠٠ مم من وجه عامود الدوران	٠,٠٢ مم	

إختبار (٧)
الإنزلاق المحورى لعامود دوران الغراب الثابت



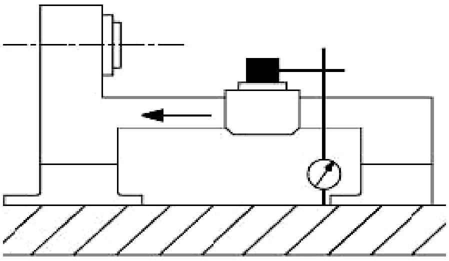
م	الإختبار	التفاوت	
		المسموح به	الفعلى
١	يثبت مبين ذو قرص مدرج على المخرطة بحيث يلامس طرف القياس وجه قورة عامود الدوران للغراب الثابت عند نقطة قرب حافته قدر الإمكان	٠,٠٢ مم	
٢	يدار عامود الدوران وتؤخذ أقصى وأدنى قرائتين ويحسب الفرق بينهما		
٣	يغير وضع المبين بحيث يلامس طرف القياس وجه عامود الدوران عند نقطة مقابلة للنقطة التى إخذت عليها القراءات السابقة وعلى نفس الدائرة وتؤخذ أقصى وأدنى قرائتين للمبين ويحسب الفرق بينهما		
٤	تكون قيمة الرفة الجانبية فى كنف عامود الدوران هى قيمة أقصى فرق للقراءات السابقة		

إختبار (٨)
توازى محور عامود دوران الغراب الثابت مع إتجاه حركة العربة



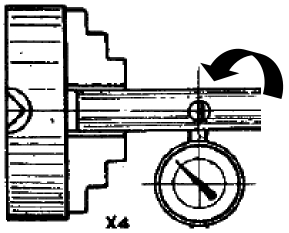
م	الإختبار	التفاوت	
		المسموح به	الفعلى
١	يركب عامود إختبار اسطوانى بإحكام فى ثقب عامود الغراب الثابت		
٢	يدار عامود الدوران وتؤخذ أقصى وأدنى قرائتين ويحسب الفرق بينهما		
	يثبت مبين ذو قرص مدرج على العربة بحيث يلامس طرف القياس سطح عامود الإختبار: أ- على الراسم العلوى لعامود الإختبار ب- على الراسم الجانبى لعامود الإختبار ويجرى الإختبار لكل وضع على النحو التالى: - تحرك العربة فوق الفرش بإزاحة = ٣٠٠ مم وتؤخذ قراءة المبين. - تؤخذ قراءة إخرى مع الراسم المقابل بإدارة العامود ١٨٠ درجة. - يحدد الخطأ بمتوسط القرائتين السابقتين	أ- ٠,٠٣ /٣٠٠ مم ب- ٠,٠١٢ /٣٠٠ مم يسمح فقط بميل الطرف الحر لعامود الإختبار إلى أعلى وفى إتجاه المقلمة	

إختبار (٩)
توازى حركة الراسمة العليا مع محور عامود دوران الغراب الثابت



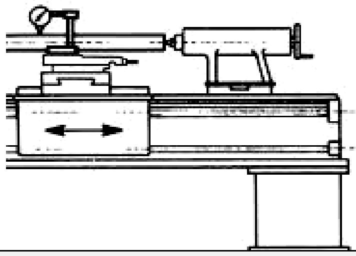
م	الإختبار	التفاوت	
		المسموح به	الفعلى
١	يركب عامود إختبار اسطوانى بإحكام فى ثقب عامود دوران الغراب الثابت	طول مشوار الراسمة العليا حتى ١٠٠ مم /٠,٠٣مم حتى ٣٠٠ مم /٠,٠٤مم حتى ٥٠٠ مم /٠,٠٥مم	
٢	يثبت مبين ذو قرص مدرج على الراسمة العليا بحيث يلامس طرف القياس سطح عامود الإختبار على الراسم الجانبى ، وتدار الراسمة العليا حول محورها الرأسى بحيث تكون قراءة المبين واحدة عند نهايتى مشوار الراسمة .		
٣	بعد تحقيق هذا الشرط تحرك الراسمة العليا بمقدار الطول الكلى لمشوارها .		
٤	يحدد الخطأ بأقصى إنحراف للمبين		
٥	يغير وضع المبين بحيث يلامس طرف القياس سطح عامود الإختبار على الراسم العلوى ، ويكرر الإختبار بنفس الطريقة		

إختبار (١٠)
الإنحناء الشعاعى لمحور الثقب المركزى للغراب المتحرك
عند إستخدام ذنبة رولمان بلى (دوارة) مركبة بالغراب المتحرك



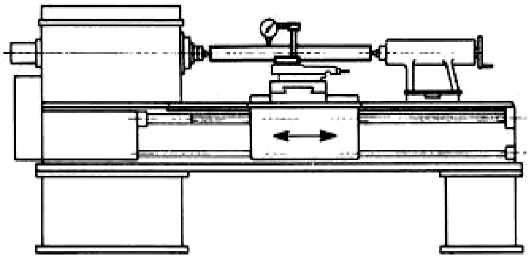
م	الإختبار	التفاوت	
		المسموح به	الفعلى
١	يركب عامود إختبار اسطوانى بإحكام فى ثقب الغراب المتحرك		
٢	يثبت مبين ذو قرص مدرج على المخرطة بحيث يلامس طرف القياس سطح عامود الإختبار ويدار العمود		
٣	تجرى القياسات عند نقطتين أ- قريبة من وجه الغراب المتحرك ب- على بعد يساوى ٣٠٠مم من نقطة أ	أ- ٠,٠٢مم ب- ٠,٠٣مم	

إختبار (١١)
توازى محور الثقب المسلوب فى الغراب المتحرك مع إتجاه الحركة الطولية للعربة



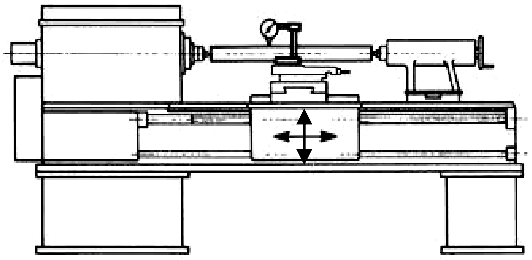
م	الإختبار	التفاوت	
		المسموح به	الفعلى
١	يركب عامود إختبار اسطوانى بإحكام فى ثقب المسلوب للغراب المتحرك	٠,٠٣مم ويسمح فقط بميل الطرف الحر لعامود الإختبار الى أعلى وفى إتجاه المقلمة	
٢	يثبت مبين ذو قرص مدرج على العربة بحيث يلامس طرف القياس سطح عامود الإختبار ، وتجرى القياسات عند نقطتين: أ- على الراسم العلوى لعامود الإختبار ب- على الراسم الجانبى لعامود الإختبار ج- تحرك العربة فوق الفرش وتؤخذ قراءة إخرى على الراسم المقابل وذلك بعد فك عامود الإختبار وإدارته بمقدار ١٨٠ درجة وتركيبه ، يحدد الخطأ بمتوسط القرائتين السابقتين		

إختبار (١٢)
توازى إتجاه حركة الغراب المتحرك مع الحركة الطولية للعربة



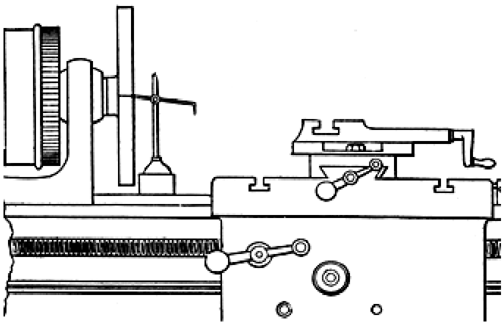
م	الإختبار	التفاوت	
		المسموح به	الفعلى
١	يحرك عامود الغراب المتحرك للداخل ويثبت بإحكام	أ- ٠,٣ /١٠٠٠ م ب- ٠,٠١ /١٠٠ م يسمح فقط بميل الطرف الحر لعامود الغراب المتحرك إلى أعلى وفى إتجاه المقلمة	
٢	يثبت مبين ذو قرص مدرج على العربة بحيث يلامس طرف القياس سطح عامود الغراب المتحرك		
٣	يفك الغراب المتحرك ويحرك العامود نصف حركته الكلية الى الخارج ويثبت بإحكام ، ثم تحرك العربة بنفس المسافة على الفرش بحيث يلامس طرف القياس الراسم العلوى فى نفس النقطة السابقة ثم تؤخذ قراءة المبين		
٤	تحدد قيمة الخطأ على الراسم العلوى بالفرق بين قراءتى المبين		
٥	تكرر نفس الخطوات السابقة على الراسم الجانبى ويحدد قيمة الخطأ بنفس الطريقة		

إختبار (١٣)
تساوى إرتفاعى محورى ثقبى عمودى الغراب الثابت والمتحرك
من دلائل حركة العربة بالفرش



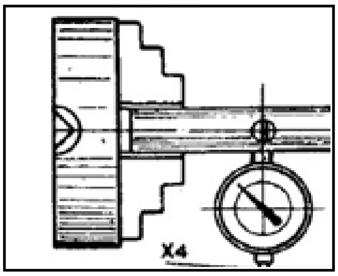
م	الإختبار	التفاوت	
		المسموح به	الفعلى
١	يوضع الغراب المتحرك على بعد من الغراب الثابت = ¼ أقصى مسافة بين الذنبتين مع إدخال عامود الغراب المتحرك الى الداخل تماما	٠,٠٦ مم يسمح فقط بإرتفاع محور ثقب عامود الغراب المتحرك عن عامود الغراب الثابت	
٢	يركب بإحكام فى ثقب عمودى الغراب الثابت والمتحرك عامودى إختبار لهما طرفان إسطوانيان متساويين فى القطر		
٣	يثبت مبين ذو قرص مدرج على العربة بحيث يلامس طرف القياس الطرف الإسطوانى لأحد عمودى الإختبار عند الراسم العلوى		
٤	تحرك الراسمة العليا للعربة للعربة فى الإتجاه العرضى الى الأمام والى الخلف لتحديد أقصى قراءة للمبين (النقطة العليا)		
٥	تحرك العربة لإجراء قياس مماثل على الطرف الإسطوانى لعامود الإختبار الأخر		

إختبار (١٤)
الإنزلاق المحورى لعامود قلاووظ الجر



م	الإختبار	التفاوت	
		المسموح به	الفعلى
١	يثبت مبين ذو قرص مدرج بحيث يلامس طرف القياس وجه عامود قلاووظ الجر عند مركزه ، وفى حالة وجود ثقب مركزى بوجه قلاووظ الجر يتم القياس بواسطة طرف قياس مستوى يمس سطح بلية موضوعة بهذا الثقب	٠,٠١ م	
٢	يدار قلاووظ الجر بعد تحميله فى الإتجاه المحورى بواسطة تعشيقه مع العربة		
٣	يجرى الإختبار عند دوران قلاووظ الجر فى كل من الإتجاهيين		

إختبار (١٥)
دقة السطح الخارجى الإسطوانى بعد خراطته (تشطيبه) على المخرطة بحيث لايوجد به سلبة أو عدم إستدارة (بيضاوى)



م	الإختبار	التفاوت - المسموح به	التفاوت - الفعلى
١	يستخدم فى هذا الإختبار عامود من الصلب بحيث لايتعدى قطره المشغل ٨/١ قطر أكبر قطر للشغلة	أ- ٠,١ /١٠٠ م	
٢	يكون طول العامود المشغل = ٣ أمثال قطره ولايزيد عن ٥٠٠ مم		
٣	تثبت قطعة الإختبار فى الظرف أو فى ثقب المسلوب لعامود الدوران وبدون إستخدام الغراب المتحرك	ب- ٠,٠١ /١٠٠ م	
٤	تخرط قطعة الإختبار خراطة تشطيب ثم تقاس أبعادها بواسطة ميكرومتر		

إختبار (١٦)
إستدارة قورة (وجه) قطعة الإختبار بعد خراطة تشطيبية

م	الإختبار	التفاوت - المسموح به	التفاوت - الفعلى
١	تركب قطعة الإختبار من الصلب بحيث لا يقل قطرها عن ٢/١ أقصى قطر يمكن تسويته على المخرطة ولايزيد طوله عن ١٠٠٠مم	١- القطر حتى ٢٠٠ مم يكون التفاوت ٠,٠١ مم	
٢	يسمح بتشغيل ٣ مناطق حلقية منفصلة ومتحدة المركز على الأقل عند الطرف والوسط وبالقرب من المركز ، بدلا من تشغيل كل وجوه القطعة.	٢- حتى ٢٠٠ مم/ ٠,٠٢ مم ٣- حتى ٤٠٠ مم/ ٠,٢٥ مم	
٣	يتم القياس كما يلى: يوضع قدمة إستقامة على وجه قطعة الإختبار على قالبى قياس متساويين عند حافاتيهما ، ثم يقاس عرض الفراغ بين القده ووجه قطعة الإختبار بواسطة مجس أو قالب قياس	٤- حتى ٥٠٠ مم/ ٠,٠٣ مم ويسمح بالتقعر فقط	

الباب الثالث:

الصيانة العامة للمخرطة

الصيانة التي تجرى على المخرطة:

مفهوم صيانة الماكينات

كلمة الصيانة وحدها مجردة تعنى الإشراف على الماكينة بشكل عام كل فترة زمنية محددة للتأكد من سلامتها وإصلاح أي عطل إن وجد وهذا المفهوم لم يعد متفق عليه اليوم لأنه قصير الأمد ولا يعطى الماكينة الرعاية الكاملة واللازمة للعمل بكفاءة عالية دائما.

لذلك فإن المفهوم الجديد الصحيح والأفضل لصيانة الماكينة هو فن صيانة الماكينات.

فن صيانة الماكينات:

هي الخدمات الواجب تقديمها للماكينة لضمان عملها بأقصى كفاءة عالية أثناء أطول فترة تشغيل ممكنة.

التعريف السابق هو تعريف شامل و موجز لفن صيانة الماكينات ، حيث يعتبر أي شيء مهم ولازم لاستمرار عمل الماكينة بكفاءة عالية طوال الوقت هو ذاته من صيانة الماكينة نفسها فالاهتمام بصحة العامل النفسية والجسدية من صيانة الماكينة فلو ساءت صحته ساء تركيزه و تعامله مع الماكينة ، والحفاظ على البيئة المحيطة بالعامل وبالماكينة من صيانة الماكينة ، وتحسين العلاقة بين العامل وزملاءه ورؤساءه في العمل من صيانة الماكينة، وتنظيم ساعات العمل على الماكينة من صيانة الماكينة، و إنشاء سيرة ذاتية تحوى كل التفاصيل عن تاريخ عمل الماكينة من صيانة الماكينة، و تطبيق قواعد الأمان و السلامة في محيط العمل من صيانة الماكينة والواقع العملي ملئ بأعطال لا حصر لها سببها قلة الاهتمام بالعوامل السابقة التي يظن البعض أنها بسيطة.

إن عملية الصيانة ليست مجرد فك وتركيب لأجزاء الماكينة وإنما هي منظومة كاملة تتحد فيها عدة عوامل مهمة لتعطى في النهاية ما نسميه الآن" فن الصيانة الميكانيكية" والمفاهيم التالية سوف توضح أكثر مفهوم فن الصيانة الميكانيكية والغرض منه وكيفية إتقان هذا الفن.

<u>أهمية الصيانة للمعدات :</u>

يمكن أن نلخص فيما يلي دور الصيانة بصفة عامة في الحفاظ على منشأة كالتالي:

١. زيادة العمر الافتراضي للمعدات.
٢. قلة فترات التوقف لزيادة الإنتاج.
٣. استمرارية وإستدامة عمل المعدات بكفاءة جيدة.
٤. توقع حدوث الأعطال لتقليل الأعطال المفاجئة.
٥. مراقبة أداء الآلات.
٦. تحديد قطع الغيار والمعدات والعمالة اللازمة للصيانة أو لإصلاح.
٧. خفض تكاليف الصيانة.

أنواع الصيانة التى تجرى على المخرطة ومتطلبات كل نوع

أولاً: الصيانة المخططة:

١- التفتيش:

- التفتيش الخارجي.
- اختبار ثبات الرباط.
- فتح أبواب المخرطة والقيام بالتفتيش.
- أخذ الخلوص فى الراسمة عن طريق الخوابير المسلوبة.

٢- الصيانة البسيطة:

- اختبار الخلوص بين الأعمدة والجلب.
- ضبط الفرملة.
- ربط أجزاء حامل القلم.
- إزالة النتوءات - الرايش - الصدأ من أسطح الفرش.
- إصلاح أبواب وحواجز الحماية.
- ضبط خلوص العربة.
- اختبار دقة الماكينة.

ثانياً: الصيانة المتوسطة (يجب تجهيز رسومات وكتالوجات الأجزاء التي سيتم فكها)

- إجراء اختبار دقة المخرطة.
- تحديد أماكن التآكل والتلف.
- فك أجزاء الماكينة التي تحتاج إلى صيانة.
- اختبار تثبيت عمود القالب.
- استبدال الجلب المتآكلة.
- استبدال تيل الفرامل.
- استبدال المسامير المتآكلة.
- ضبط خلوص عود القلاووظ.
- إصلاح نظام التبريد.

مصادر الاهتزازات فى المخرطة وكيفية علاجها:

يتم الكشف عن الاهتزازات عن طريق سرعة المخرطة وتكون أعلى سرعة لاكتشاف الاهتزاز في حالة المسافة الكبيرة بين محاور تعشيق التروس:

مصادر الاهتزازات فى المخرطة :

- عيب في تثبيت المخرطة.
- التعشيق الخاطئ للتروس.
- التغذية العالية.
- تآكل جلب عمود القلب .
- عدم التثبيت الجيد لقلم القطع.
- وجود خلوص كبير في العربة.
- وجود انثناء عمود القلب.

ويتم معالجة ذلك عن طريق:

- ضبط المخرطة وربط مسامير التثبيت.
- مراجعة تعشيق التروس.
- استخدام التغذية المناسبة.
- تغير الجلب المتآكلة.
- التثبيت الجيد لقلم القطع.
- ضبط خلوص العربة.
- استعدال مود القلب في حلة انثناؤه.

اسباب عملية التغذية غير منتظمة أثناء تشغيل المخرطة وكيفية علاجها ؟

الاسباب والعلاج:

١- حدوث ميل فى المخرطة ----- **العلاج**: جعل المخرطة فى وضع أفقى تماما.

٢- حدوث تأكل فى عمود قلاووظ الميكروميتر ----- **العلاج**: تغيير عمود القلاووظ.

٣- اختفاء تدريج الميكروميتر ----- **العلاج**: عمل تدريج من جديد.

٤- عدم إنضباط المحاور الرئيسية للمخرطة ----- **العلاج**: ضبط المحاور الرئيسية

ضبط المحاور الرئيسية لمخرطة والعيوب التي تظهر في العمود الرئيسي للمخرطة وكيفية علاجها

المخرطة لها محوران الزاوية بينهما (٩٠ درجة) وهما المحور الطولي والمحور العرضي.

- المحور الطولي:

يتم ضبط محور الغراب على محور الظرف عن طريق ترحيل الغراب إلى أن يصل إلى نفس محور الظرف ، وذلك باستخدام عمود اختبار(ترمسيون) مرفق مع المخرطة ويتم تشغيل المخرطة بسرعة 125م/ث ويتم تقسيم هذه القطعة كلها إلى ٥ أجزاء متساوية ويتم قياس القطر فى كل جزء ومقارنتة بباقى الاجزاء.

- المحور العرضي:

يتم ضبط الراسمة وهى التي تتحرك على المحور العرضي ومثبته على العربة بواسطة تدريج الزوايا.

الأعطال التي تظهر في موتور الإدارة الرئيسي للمخرطة وكيفية علاجها

١. عدم نقل القدرة المطلوبة وذلك لارتخاء سيور نقل الحركة ، **العلاج:** شد السيور
٢. تآكل الطارات : العلاج:تغير الطارات
٣. تآكل خوابير الطارات ، -العلاج:تغير الخوابير
٤. عدم انتظام الدوران نتيجة لوجود تآكل في عمود نقل الحركة العلاج:لحام العمود مرة أخرى وخرطة على القطر المطلوب.
٥. احتراق الملفات الداخلية لزيادة الحمل على الموتور -العلاج:لف الملفات من جديد.

مصادر ظهور أصوات من المخرطة و كيفية علاجها : -

١. زيادة الخلوصات بين الأجزاء المزدوجة -العلاج:تقليل الخلوصات بين الأجزاء المزدوجة
٢. انخفاض مستوى الزيت -العلاج:رفع منسوب الزيت إلى الحد المناسب واستبدال الزيوت التالفة بأخرى جديدة.
٣. اهتزازات زائدة تسبب فك بعض المسامير الرابطة -العلاج: يتم ضبط الماكينة وتثبت جيدا بربط المسامير و الصواميل بطريقة جيدة واستبدال التالف منها
٤. تلف بعض الأجزاء مثل البلي أو الجلب أو تآكل التيل الإحتكاكي -العلاج: يتم استبدال البلي التالف وتغير الجلب التالفة واستبدال التيل الإحتكاكي.

الخطوات الرئيسية لإكتشاف العطل عند توصيل التيار الكهربى للمخرطة ولم تعمل .

١. الكشف عن السكينة الرئيسية.
٢. الكشف عن مفتاح التوصيل للماكينة.
٣. الكشف عن التوصيلات الكهربية المتعلقة بالماكينة.

الباب الرابع:
ماكينات
الخراطة الـ CNC

مقدمه

عملية تشغيل الأجزاء على ماكينات الخراطة التقليدية تعتمد في الأساس على مهارة العامل من حيث قدرته على ضبط الماكينة والتحكم فيها وتحقيق شروط القطع التي تناسب معدن العدة القاطعة ومعدن الشغلة المقطوعة، وقدرته ومهارته في قياس أبعاد الشغلة أثناء تشغيلها لتحديد القيم المتبقية للتشغيل.

ونظرا لتصميم الماكينات التقليدية فإن عمليات تغيير العدة وضبطها وتثبيت وضبط الخامة المراد تشغيلها على الماكينة تتطلب مهارات عالية وتستهلك الكثير من الوقت والمجهود كما إنها تتكرر عند البدء في تشغيل كل قطعه جديدة ونظرا لتأثر قدرة العامل على أداء المهارة بالبيئة المحيطة وبحالته الصحية والنفسية فإن ذلك ينعكس على جودة المشغولات ويظهر هذا العيب بصورة واضحة في حالة تكرار إنتاج نفس الجزء بأعداد كبيرة مما يؤدى إلى عدم تماثل الأجزاء المنتجة من حيث الأبعاد والشكل.

وخلال السنوات الماضية تم تصميم ماكينات مختلفة للتغلب على المشاكل السابقة كمخارط النسخ والمخارط البرجية والمخارط الأتوماتيكية التي تعمل بالكامات ، كما تم تصميم المخارط ذات التحكم العددي NC .

وكل هذا التطور نتج عنه عمليات ضبط طويلة ومعقدة للماكينة بواسطة متخصصون ذوي خبرة عالية ، ثم حدث التطور الأبرز وهو المخارط التي تعمل بالحاسب الآلي CNC والتي تغلبت على كل هذه المشاكل.

CNC: Computerize Numerical Control

والمخرطة CNC شأنها شأن المخارط التقليدية تستخدم في تصنيع الأجزاء الأسطوانية إلا أن الحاسب الآلي هو الذي يتحكم في حركات القطع، فحركة عمق القطع وحركة التغذية وحركة دوران المشغولة واستراتيجية التشغيل يتحكم فيها الحاسب بعد برمجته، وقد تطورت برامج التحكم المحملة على المخارط CNC في السنوات الأخيرة مما مكنها من تصنيع أعقد الأشكال في أقل وقت حيث قل زمن التجهيز والضبط بالمقارنة بالمخارط التقليدية وبقليل من التدريب وقليل من الخبرة يستطيع مبرمج الماكينة أن يصنع ما لا يستطيع أن يصنعه أفضل فني تشغيل مخارط تقليدية ولا نبالغ اذا قلنا أن العمل على المخارط CNC اسهل بكثير من العمل على المخارط التقليدية ولكن في المقابل لابد من توافر الكثير من المعارف والمهارات في كل من يعمل على ماكينات CNC كمهارات التعامل مع الحاسب وإجادة اللغة الإنجليزية علاوة على بعض السمات الشخصية التي يجب أن تتوافر في فني تشغيل وبرمجة ماكينات CNC.

إن مفهوم التحكم الرقمي CNC بدأ في الأربعينيات من القرن العشرين استجابة للحاجة الملحة إلى تقنيات تصنيع متقدمة، وكان للحرب العالمية الثانية أثراً كبيرا في تطور تصنيع ماكينات CNC لان الحاجة أم الاختراع حيث كانت صناعة الطائرات في هذا الوقت تعاني من مشاكل كثيرة نتيجة للتطور الكبير في تصميم أجزائها ذات التعقيدات الكبيرة في الشكل والدقة العالية في المقاسات التي لا يمكن الحصول عليها باستخدام ماكينات القطع التقليدية علاوة على الحاجة إلى تكرار إنتاج هذه الأجزاء بنفس المواصفات سواء في الشكل أو الدقة المطلوبة التي كان من غير الممكن ضمانها باستخدام الأساليب التقليدية.

مميزات وعيوب استخدام ماكينات CNC

ماكينات CNC تغلبت على معظم المشاكل الموجودة بالماكينات التقليدية من حيث التشطيب الجيد والدقة في الأبعاد واستغلال الوقت بالشكل الأمثل في الإنتاج.

مميزات ماكينات CNC

١ – التحكم الرقمي المتزامن لكل المحاور.

٢ – وقت ضبط وتجهيز الماكينة قصير.

٣ – تقليل الاحتياج للدلائل والمرشدات.

٤ – تقليل المرفوضات والأجزاء التي يعاد تشغليها.

٥ – دقة مقاسات عالية وقدرة عالية على تكراريه الأجزاء بنفس المواصفات.

٦ – تقليل تكلفه التجميع والتفتيش.

٧ – المرونة العالية في الإنتاج للقدرة على تغيير أنواع المنتجات دون الحاجة لوقت كبير لتجهيز الماكينة.

٨ – الاستفادة الكاملة من وقت تشغيل الماكينة في الإنتاج الفعلي نتيجة إمكانية إعداد البرامج للمشغولات الجديدة أثناء عملية التشغيل الآلي للماكينة.

عيوب ماكينات CNC

إن عيوب استخدام ماكينات CNC قد تكون قليلة ولكن هناك بعض النتائج السلبية نذكر منها.

١ – التكلفة الرأسمالية العالية لماكينات CNC وكذلك تكاليف تركيبها وقطع الغيار.

٢ – ثمن باهظ لمتطلبات الإصلاح والصيانة نتيجة التكنولوجيا العالية في تصميم وتصنيع مثل هذه الماكينات.

٤ – الاحتياج لأنظمة تدريب دقيقة ومتطورة باستمرار لتدريب الفنيين.

مقارنة بين ماكينات CNC والماكينات التقليدية:

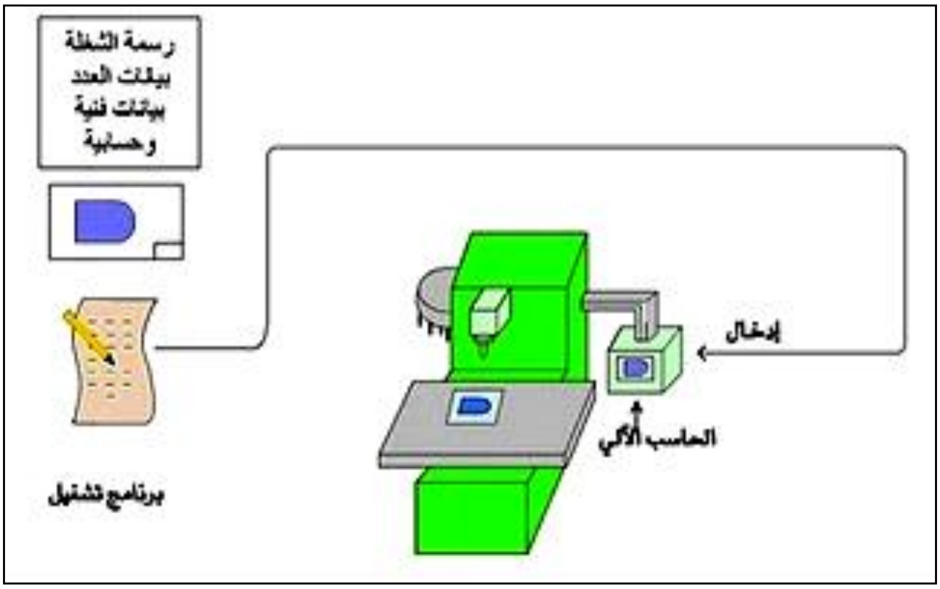
أوجه المقارنة	ماكينات CNC	الماكينات التقليدية
حركة المحاور	إمكانية التحكم الرقمي المتزامن لكل المحاور	تحكم يدوي أو آلي لكل محور على حدا
زمن الضبط والتجهيز	قصير	يتوقف على مهارة العامل
استخدام الدلائل والمرشدات	نادراً ما تستخدم	تستخدم على نطاق واسع
دقة المقاسات وجودة التشطيب	دقة عالية وجودة تشطيب عالية جداً	صعوبة الحصول على دقة عالية في المقاسات وخاصة إذا كان الشكل معقد وجودة التشطيب منخفضة.
التكرارية	قدرة عالية على تكرار تشغيل الأجزاء بنفس المواصفات والدقة المطلوبة	عدم القدرة على تكرار الأجزاء بنفس المواصفات والدقة المطلوبة.
الإنتاجية	إنتاجية عالية جداً	تتوقف على مهارة العامل وقدراته

(أ) التحكم العددي بالحاسب (CNC):

هو نظام يستخدم فيه الكمبيوتر للتحكم في ماكينة واحدة ويعتبر جزء لا يتجزأ من الماكينة ويمكن برمجة الماكينة مباشرة باستخدام لوحة مفاتيح الحاسب.

إن ماكينات التحكم العددي بالحاسب الآلي CNC تحتفظ بنفس المبادئ الأساسية لماكينات التحكم الرقمي NC ولكن مع إضافة حاسب بوحدة التحكم وبذلك أمكن تخزين البرامج بذاكرة الحاسب وبالتالي يمكن إعادة استدعائها وتنفيذها في أي وقت وبسهولة يمكن تعديلها أو إزالتها مما أدى إلى إلغاء الاعتماد على الشريط المثقب وأجهزة قراءته البطيئة في تنفيذ البرامج.

إن ظهور التحكم العددي بالحاسب CNC كان نتيجة للتطور التكنولوجي في مجال الهندسة الإلكترونية المتناهية في الصغر. وقد أصبحت عمليه التحديث والتطوير أكثر بساطه باستخدام التحكم العددي بالحاسب لذلك تعتبر ماكينات CNC أدوات للحاضر والمستقبل نظرا للسهولة التي تتم بها عملية التحديث.



<u>مميزات تقنية CNC على تقنية NC</u>

١. **البرامج المخزنة:**

٢. لقد أصبح من الممكن الاحتفاظ بالبرامج المصممة لتنفيذ المشغولات داخل ذاكرة الحاسب حيث يمكن تشغيل ماكينات CNC من خلالها مرات عديدة ومتكررة مما ألغى الحاجة لاستخدام الشريط المثقب وأجهزة قراءته كذلك يمكننا إنتاج نفس الجزء بنفس البرنامج المصمم له والمحفوظ بذاكرة الحاسب بعد مدد طويلة دون الحاجة لأعاده كتابته.

٣. **خواص التعديل:**

٤. إن إدخال الحاسب على أنظمه التحكم أضاف إمكانيه إجراء التعديلات والتحسينات وإصلاح الأخطاء ببرامج المشغولات الموجودة في ذاكرة الحاسب على الماكينة مباشرتا مع إمكانية الاحتفاظ بالبرنامج الأصلي والنسخ المُعدلة.

٥. **البرامج الفرعية:**

٦. من الخواص التي تم استنباطها في ماكينات CNC خاصية البرامج الفرعية وهي برامج يمكن استدعائها وتنفيذها عدة مرات داخل البرنامج الرئيسي لشغلة ما أو استدعائها في عدة برامج رئيسيه مختلفة مما وفر الوقت المستغرق لتكرار كتابتها وقلل من طول البرامج الرئيسية ومن أمثلة عمليات الإنتاج التي يمكن تكرارها أثناء البرنامج مجموعة من الثقوب المتماثلة في أماكن مختلفة من الشغلة.

٧. **استعواض نصف قطر العدة:**

٨. عند كتابة برنامج لشغله ما في حالة ماكينات NC يقوم المبرمج بحساب مسار حركة مركز العدة والذى يبعد عن المسار الفعلي للشغلة بمقدار نصف قطر العدة المستخدمة وفى حالة عدم توافر هذه العدة أثناء العمل على الماكينة كان لابد من تغيير كتابة البرنامج مره أخرى وعمل شريط مثقب جديد لكن وجود الحاسب في وحدة تحكم ماكينات CNC جعل من الممكن كتابة البرنامج بدون الاعتماد على مقاس نصف قطر العدة المستخدمة حيث يكتب البرنامج تبعا للمسار الفعلي للشغلة ويتم إدخال قيمة نصف قطر العدة المتاحة في ذاكرة وحدة تحكم الماكينة قبل عملية الإنتاج والتي تقوم بدورها بحساب مسار حركة مركز العدة آخذة في الاعتبار قيمة نصف قطرها.

٩. **استخدام شروط القطع المناسبة:**

١٠. نتيجة للتطور الهائل في صناعة الحواسب وقدراتها السريعة على عمل أصعب الحسابات في وقت قصير فقد أمكن التحكم في شروط القطع المناسبة أثناء عملية القطع ومثال على ذلك فعند استخدام ماكينات الخراطة NC تحدد سرعة عمود الدوران بعدد لفات ثابت يتناسب مع سرعة القطع المناسبة ومع متوسط أقطار الشغلة أما في ماكينات CNC فقد أمكن التحكم بتغيير عدد لفات عمود الدوران ليتناسب مع أقطار الشغلة أثناء قطعها وليحقق سرعة قطع ثابته وليس عدد لفات ثابت.

١١. **خواص الاتصالات:**

١٢. إن استخدام حاسب في ماكينات CNC أعطي إمكانية اتصال الماكينة بالشبكات (شبكة أنظمة الحواسب الأخرة الموجودة في المصنع أو الشبكة العنكبوتية) لذلك فقد أمكن نقل وتحميل البرامج على وحدة تحكم الماكينة من خلال الشبكة بيسر وسهوله كذلك فقد أمكن نقل بيانات عملية الإنتاج وحالة الماكينة مباشرتا إلى الإدارة والتي تفيد في اتخاذ بعض القرارات الإدارية وأعمال الصيانة.

١٣. **اكتشاف الأعطال:**

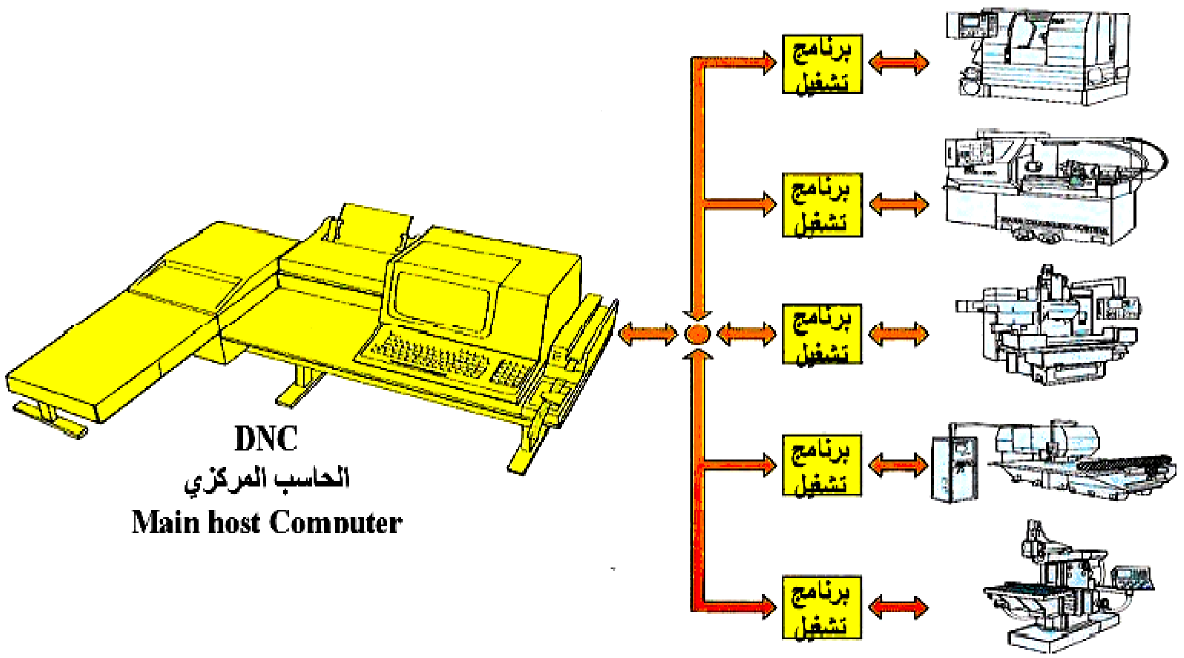
١٤. كل ماكينات CNC الحديثة تأتي مجهزه بحزم برامج قوية لاكتشاف الأعطال الموجود بالماكينة.

١٥. **اختبار البرنامج:**

١٦. إن من اهم مميزات ماكينات CNC احتوائها على برامج قراءة برنامج الشغلة وتحديد الأخطاء ومحاكاة شكل الشغلة النهائي قبل أجراء عملية الإنتاج الفعلية ويتم إظهار ذلك على شاشة الحاسب.

(ب) التحكم الرقمي المباشر (DNC)

هو نظام تصنيع يقوم فيه كمبيوتر مركزي واحد بالتحكم المباشر في عدد من الماكينات في نفس الوقت.



<u>الفروق بين تقنية CNC وتقنية DNC:</u>

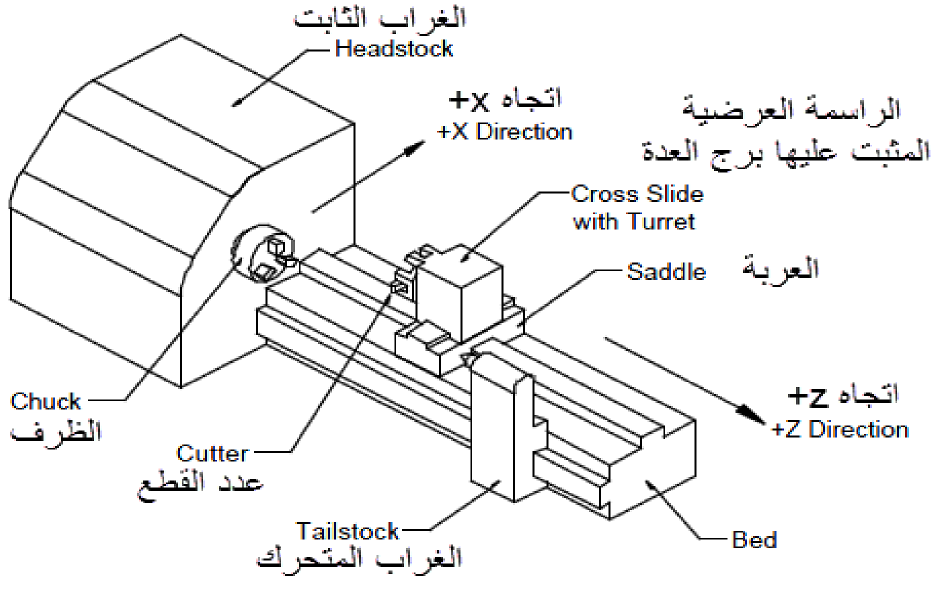
١. CNC الكمبيوتر يتحكم في ماكينة واحدة ، بينما في DNC يتحكم في اكثر من ماكينة.

٢. CNC الكمبيوتر جزء لا يتجزأ من الماكينة ، بينما في DNC الكمبيوتر في مكان بعيد عن الماكينات.

٣. CNC الغرض الأساسي من الكمبيوتر التحكم في الماكينة التي هو جزء منها ، بينما في DNC ليس هدفه الوحيد التحكم في الماكينات بل هو جزء من نظام لتوفير المعلومات لإدارة المصنع.

٤. ولكن نظرا لمشاكل التنسيق والتكلفة العالية التي ترافق نظام DNC فانه لا يكون مجديا من الناحية الاقتصادية إلا في المصانع الكبرى.

الأجزاء الأساسية لماكينات الخراطة CNC:



رسم توضيحي لا تظهر فيه وحدة التجكم

ماكينات التحكم الرقمي هي ماكينات تشغيل تعمل بواسطة حاسب آلي يتحكم فيها عن طريق برنامج مكتوب بلغة خاصة يتكون من حروف وأرقام ورموز تعبر عن تعليمات التشغيل يرسلها إلى أجهزة خاصة تقوم بتحويلها إلى إشارات كهربائية تتحكم في المحركات الخاصة بتحريك المحاور بالقدر المطلوب.

يوجد تشابه في الشكل العام بين المخرطة التقليدية والمخرطة CNC نوجزه فيما يلي:

الغراب الثابت:

والذي يحتوي على عامود القلب ووسيلة لحركة دوران بسرعات متعددة.

الغراب المتحرك:

يركب على الفرش من الناحية اليمني وهو قابل للانزلاق على الفرش ويمكن تثبيته في إي مكان على الفرش حسب طول الشغلة وقد يعمل أوتوماتيكياً بالهواء المضغوط أو هيدروليكياً.

العربة (المنزلقة الطولية):

تنزلق على فرش المخرطة في اتجاه موازي للخط الواصل بين ظرف المخرطة وذنبة الغراب المتحرك.

الراسمة العرضية (المنزلقة العرضية):

تنزلق على العربة في الاتجاه العرضي.

المقلمة (برج العدة):

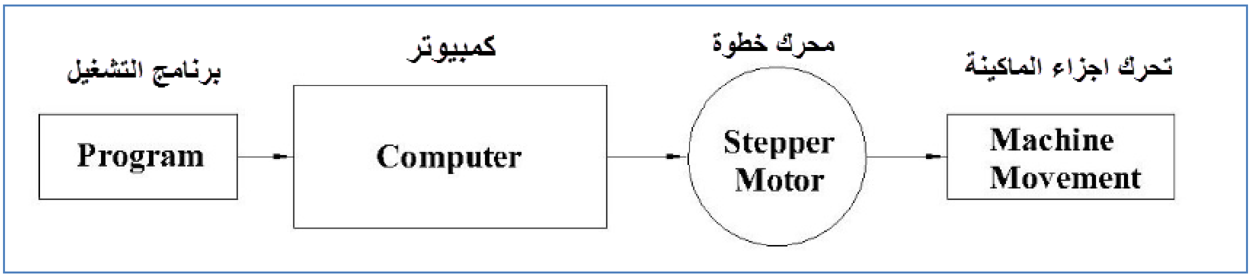
به كثير من الفتحات (المحطات) لتثبيت أدوات القطع (أقلام قطع – بنط – ملاحق خاصه لإعطاء العدة حركه دورانيه – الخ).

ظرف المخرطة:

مركب بوجه عامود قلب المخرطة.

أما الفرق الأساسي في المكونات بين المخرطة CNC والمخرطة التقليدية بخلاف وحدة التحكم فهو في مصدر الحركة وطريقة نقلها ففي المخرطة التقليدية يوجد محرك واحد رئيسي يعمل بالتيار المتردد (AC motor) حيث تنقل الحركة الدورانية لعامود القلب أو الحركة الأوتوماتيكية للعربة والراسمة بواسطة مجموعه من السيور والأعمدة والتروس في حين انه في المخرطة CNC يتحكم في الحركة الدورانية لعامود القلب محرك من نوع خاص يسمى السيرفو موتور أو محرك المؤازرة (Servomotor) وهو يعمل بالتيار المستمر كما يتحكم في حركة المنزلقة الطولية والمنزلقة العرضية كلاً على حدا محركات خاصه تسمى الأستيب موتور أو محركات الخطوة (Stepping motor) وقد تكون محركات مؤازرة.

محرك الخطوة Stepper Motor:



محرك الخطوة يأخذ نبضات التيار المتردد ويحولها إلى حركة دائرية فمثلا لو كانت اقل مسافة يمكن أن تتحركها الأجزاء المتحركة ٠,٠٠١مم (resolution) فانه لكي تحدث حركة طولها ٣٠مم فان الكمبيوتر يرسل امر بـ ٣٠٠٠٠ ألف نبضة للمحرك.

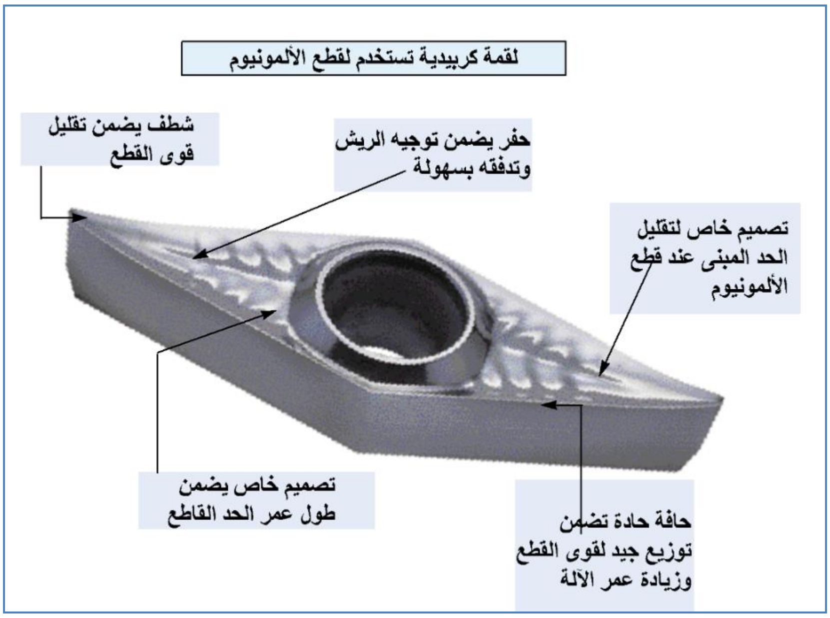
مشكلة محركات الخطوة هي صغر عزم الدوران وبالتالي عند تعرضها لضغوط عالية يحدث نوع انزلاق أو فشل في الحركة وبالتالي تفقد الماكينة موضع الإحداثيات الصحيح مما يوجب على العامل إعادة تشغيل النظام أو الذهاب إلى النقطة المرجعية R.

المشكلة الأخرى في هذا الأسلوب هو أن الماكينة لا تعرف الموضع الحقيقي لمكان تواجد الجزء المتحرك، فقط تعرف المسافة التي يجب أن تتحركها لذلك فان أي فشل في الحركة أثناء التحرك لن يأخذ في الاعتبار، هذا الأسلوب يعمل فقط بشكل جيد ما لم ينزلق المحرك.

أدوات القطع على المخرطة CNC

أداة القطع هي العامل الأكثر أهمية في إتمام عملية القطع وكذلك في تحديد تكلفة القطع؛ ففي بداية الثورة الصناعية استخدم الصلب الكربوني لصنع أدوات القطع؛ ونظراً لفقدانه الصلادة عند ٢٠٠درجة مئوية فقد كان من غير الممكن القطع بسرعة قطع وتغذية عاليتين مما لا يتيح الحصول على أسطح ناعمة وعلى إنتاجية كبيرة؛ ثم في بداية القرن الماضي تم تطوير صلب سبائكي يعتمد على الكروم والنيكل كعناصر سبائكية أساسية؛ يفقد صلادته عند ٦٠٠درجة مئوية مما أتاح عند استخدامه إمكانية القطع بسرعات عالية ولذا أطلق عليه اسم الصلب سريع القطع HSS؛ وفى ثلاثينيات القرن الماضي طورت الكربيدات واستخدمت تكنولوجيا المساحيق في صنع اللقم الكربيدية من مساحيق الكربيدات (الكربيدات تتكون في الأساس من كربيد التنجستن – والتيانيوم والكوبالت)، والتي تركب عن طريق اللحام أو الربط بمسامير على سطح حامل العدة والمصنوع من صلب كربوني عالي المتانة، وتحافظ الكربيدات على صلادتها حتى ٩٠٠ درجة مئوية ولذا أمكن الحصول على أسطح ناعمة بالقطع بسرعات عالية جداً وانخفض زمن القطع وطال عمر الحد القاطع ثم تطورت تكنولوجيا المساحيق وتحققت هذه المزايا على نحو أفضل بتطوير السيراميك والذي يتكون في الأساس من أوكسيد الألومنيوم في الستينات من القرن الماضي والذي يفقد صلادته عند ١٢٠٠ درجة مئوية كذلك حدثت تطورات عديدة في تصميم شكل حامل اللقم فأصبح أكثر متانة وأكثر سهوله وسرعه في آلية الفك والتركيب.

حدثت كذلك تطورات عديدة في تصميم شكل اللقم فيما يخص مجاري إخراج وتكسير الرايش ومقاومة تشكل الحد المبنى وأيضا إطالة عمر الحد القاطع كما هو موضح في الشكل التالي:



الخصائص الواجب توافرها في معادن أدوات القطع:

يمكن حصر الخصائص التي يتطلب توافرها في الأداة القاطعة فيما يلي:

١. المتانة العالية لتحمل الضغوط الناتجة عن عملية القطع والاصطدام بالشغلة.
٢. مقاومته التآكل بالاحتكاك لمقاومة الاحتكاك بين سطح العدة والشغلة من جهة وانسياب الرايش من جهة أخرى لذلك تغطى أسطح العدد القاطعة بمواد مقاومة للتآكل.
٣. صلادة عالية لضمان سهولة التغلغل في معدن الشغلة.
٤. تحمل الحرارة العالية لضمان ألا تقل صلادتها أثناء القطع كنتيجة لارتفاع درجة الحرارة وبالتالي تزداد سرعة تأكلها.

كلما ازداد تحمل مادة الحد القاطع للحرارة كلما أمكن

- زيادة سرعة القطع.
- زيادة سرعة التغذية.
- القدرة على قطع المعادن الصلدة.

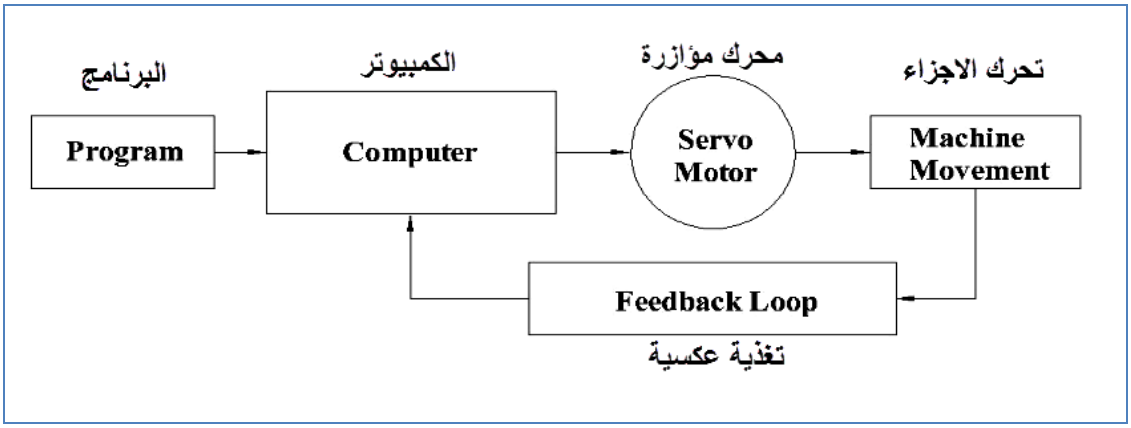
لذلك نجد إن حدود القطع المصنوعة من الكربيد أو السيراميك تجد استخداما واسعا لاحتفاظها بصلادتها عند ارتفاع درجة الحرارة أثناء القطع.

عدد القطع المستخدمة مع المخارط CNC قياسية (Standard) لا تُصنع بمعرفة الخراط كما يحدث على المخارط التقليدية وإنما تُشترى بمواصفات دولية محددة تذكرها الشركة المُصنعة في الكتالوجات المرفقة بالماكينة

وغالبا ما نقوم بشرائها بمعرفة الشركة المصنعة للماكينة أما الحدود القاطعة (اللقم – Inserts) فهي متوافرة بالأسواق المصرية وهي أيضا تخضع لمواصفات قياسية دولية ويمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسيين شائعين الاستخدام:

١. الكربيدات وتصنع منها اللقم مثل لقم عدد الخراطة ولقم عدد التوسيع وهي لا يعاد سنها وإنما تستخدم مرة واحدة
٢. صلب السرعات العالية HSS وغالبا ما يستخدم للبنط وذكور القلاووظ فقط.

محركات المؤازرة (السرفو موتور Servo Motor)



محرك المؤازرة له نظام للتغذية العكسية لمراجعة الموضع الحقيقي للجزء فمثلا لو برمجنا مسافة مقدارها ٣٠مم فان الكمبيوتر يعطي امر للمحرك لبدأ الدوران ولا يتوقف حتى يؤكد نظام التغذية العكسية أن المسافة الفعلية للحركة هي ٣٠مم كما يمتاز ذلك النوع من المحركات بعزمه القوي وبالتالي القدرة على القطع الثقيل وبسرعات عالية ولا يحدث فيه أي انزلاق أو تجاوز في الحركة وإنما يتوقف عن الدوران ويعطي إنذار بان العزم تجاوز المسموح به، علاوة على ذلك فأن الماكينة دائما تعرف الموضع الحقيقي للجزء المتحرك.

بالإضافة إلى تلك الاختلافات بين المخرطة CNC والمخرطة التقليدية فان أعمدة البولي إسكرو (أعمدة نقل الحركة المقلوظة ذات الكرات المحمليه) تستخدم بدلاً من أعمدة القلاووظ الآكم المستخدمة في المخارط التقليدية والتي بفضل تصميمها الرائع أمكن التغلب على مشكلة البوش (اللعب أو الخلوص الموجود بين قلاووظ العمود وقلاووظ الجلبة) كما إنها تنقل الحركة وتعكس اتجاهها بنعومة دون احتكاك نتيجة لتدحرج البلي (انظر الشكل التالى).

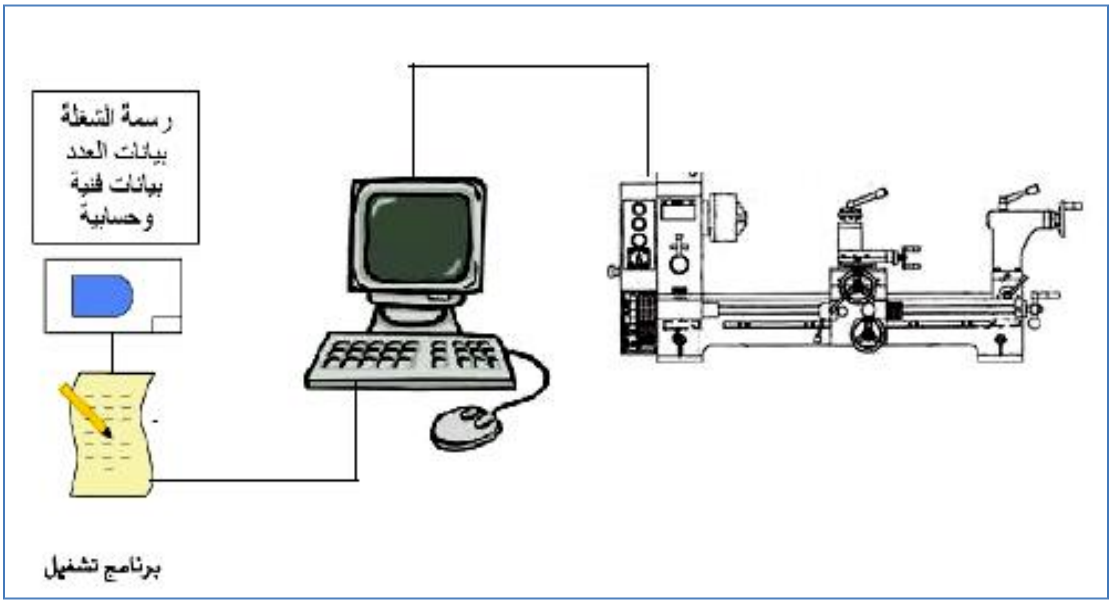
البولي سكرو Ball screw

أهم خصائص ماكينات الخراطة CNC الحديثة:

١. الجساءة العالية حيث عادتا ما تكون أثقل أربع مرات من المخرطة التقليدية التي تماثلها في القدرات.
٢. -قدرات المحركات أكبر وسرعات عامود الدوران أسرع بمقدار من أربع إلى عشر أمثال الماكينات التقليدية وهو ما يمكنها من استخدام عدد القطع الحديثة التي تتطلب سرعات قطع عالية.
٣. -تغيير العدة أوتوماتيكياً والتي تبدأ من ثماني وتصل إلى مائة عدة قاطعة في الماكينات الحديثة.
٤. أصغر مسافة يمكن أن تتحركها الأجزاء لمعظم مخارط الـ CNC عادتاً تساوي ٠,٠٠١ مم وبعضها قادر على إنتاج قطع عمل بدقة تصل إلى نفس القيمة وهو ما لا يمكن تحقيقه بالماكينات التقليدية

ويرجع الفضل في ذلك إلى أعمدة البولي اسكرو (Ball screws) التي يكاد ينعدم فيها خلوص الحركة (البوش backlash).

وعلى هذا يمكن القول إن مخارط CNC تتألف من ثلاث مكونات أساسية شأنها في ذلك شأن أي ماكينة تعمل بنظام التحكم الرقمي هي:



١. البرنامج:

برنامج التحكم العددي هو مجموعة من الأوامر التي تتبعها أجهزة المعالجة فكل أمر يحدد موضع وطريقة حركة الأجزاء المتحركة للماكينة مثل برنامج نظام التحكم Fanuc أو Siemens.

٢. وحدة التحكم في الماكينة:

تتألف من أجهزة (hardware) وبرامج (software) أما الأجهزة فمثل الحاسب الذي يقوم بوظيفة إدخال البرنامج والبيانات اللازمة للتحكم في الماكينة كما يقوم بتحديد وتشخيص الأعطال بالماكينة ويقوم بتخزين البرامج والبيانات بحيث لا تمحى عندما تتوقف الماكينة بالتالي يمكن أعادة تشغيل البرنامج بشكل متكرر للحصول على آلاف المشغولات المتطابقة كما أن الحاسب يحتوى على لوحة مفاتيح ذات أحرف وأرقام لإدخال برنامج التشغيل يدويا وهو مزود بشاشة تقوم بعرض برنامج التشغيل ومسار الأداة القاطعة الذي يمكن من خلاله معرفة الأخطاء في البرنامج قبل التشغيل أيضا من الأجهزة أجهزة المعالجة وعناصر التحكم بالتغذية.

وأما البرامج فمثل مترجم أكواد التحكم الرقمي إلى أوامر إلكترونية حيث تقوم وحدة التحكم المنطقي (PLC) بالتحكم في عمليات فتح وقفل الدوائر الكهربية لتتحكم في جميع المحركات وبالتالي التحكم النهائي في الماكينة

٣. الماكينة

المكونات الأساسية للمخرطة CNC وهي:

أ. عمود دوران رئيسي يدور بواسطة محرك يمكن التحكم في اتجاه دورانه وسرعته وإيقافه أو تشغيله وضبط زاوية توقفه.

ب. أعمدة محاور الحركة للمحاور X,Y,Z يركب على كل عمود منها محرك يتحكم في سرعة التغذية واتجاهها.

ت. عناصر وأدوات قياس السرعة والإزاحة لكل محور لتحديد سرعته ومقدار الإزاحة لترسل إشاراتها إلى الحاسب لمقارنتها بالقيم المطلوبة وتوجيه أوامر التصحيح.

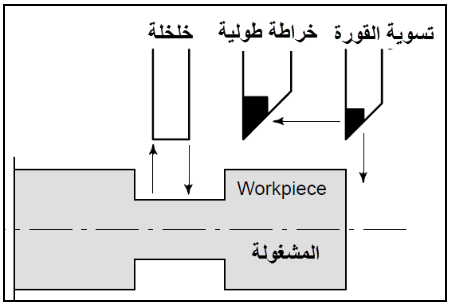
بالإضافة إلى ما سبق فإن ماكينات الخراطة CNC الحديثة والمعروفة بمراكز الخراطة CNC (CNC Turning Centers) لديها القدرة على إجراء كافة عمليات التفريز على الأجسام الأسطوانية وكذلك عمليات الثقب وتوسيع الثقوب والقلوظة بذكور القلاووظ في أي مستوى تشغيل

<u>الطريقة العامة المتبعة للعمل على ماكينات CNC</u>

عندما تريد تشغيل قطعة عمل على ماكينة الخراطة CNC اتبع المنهجية التالية:

١. قم بإعداد خطة العمل machining plan.
٢. حدد أبعاد قطعة العمل (الخامة) وقم بتجهيزها.
٣. حدد انسب الطرق لتثبيت المشغولة خلال مراحل التشغيل المختلفة.
٤. حدد تتابع خطوات التشغيل لكل عملية (مرحلة) قطع.
٥. حدد عدد القطع وشروط القطع التي تناسبها.
٦. قم بعمل مخطط لطريقة القطع كما بالجدول التالي:

نوع العملية / عناصر القطع	١ تسوية القورة	٢ خراطة طولية	٣ خلخلة
طريقة القطع			
تخشين			
تنعيم			
عدد القطع			
شروط القطع			
سرعة القطع			
سرعة التغذية			
عمق القطع			
مسار القطع (يحدد على الرسم)			

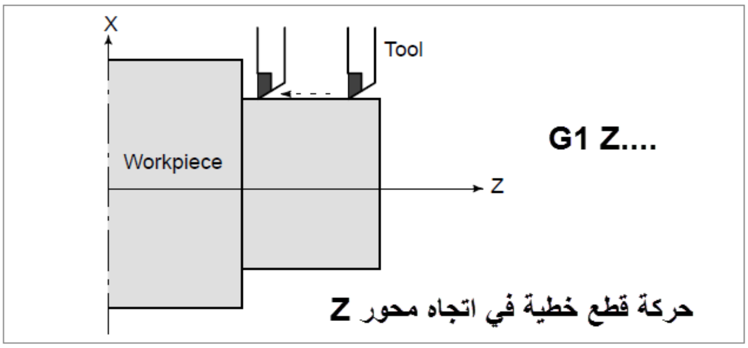


٧. قم بإعداد برنامج التشغيل

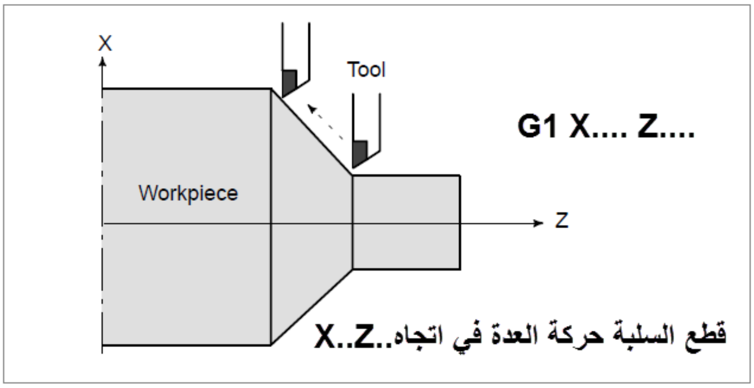
أساسيات البرمجة وإعداد برنامج التشغيل يتم من واقع الرسم التنفيذي لقطعة العمل:

برنامج التشغيل المعد من قبل المبرمج هو ملف يحتوي على مجموعة من الحروف والأرقام والكلمات تمثل الأوامر التي يرغب المبرمج في إصدارها لعدة القطع أو لمحور الدوران أو لسائل التبريد أو لأي مكون من مكونات الماكينة.

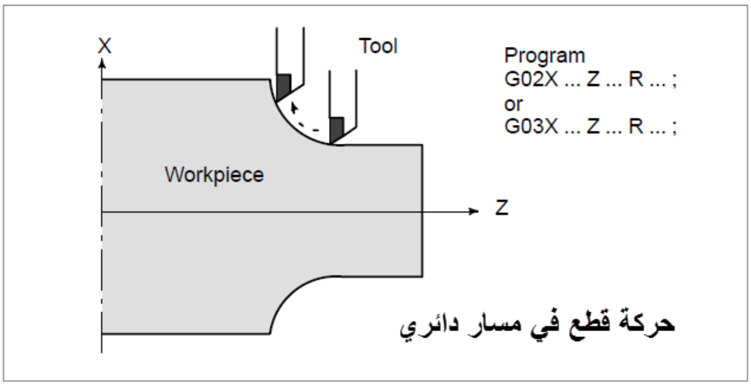
فمثلا لو أراد المبرمج خرط جزء خراطة طولية موازية لمحور الدوران فالأمر يوجه إلى عدة القطع بالتحرك بموازاة المحور وذلك بالكود ...... G1 Z أي حركة قطع في اتجاه Z فقط.



أما لو أراد قطع سلبة فبحركة قطع خطية ولكن في اتجاه X و Z معاً.

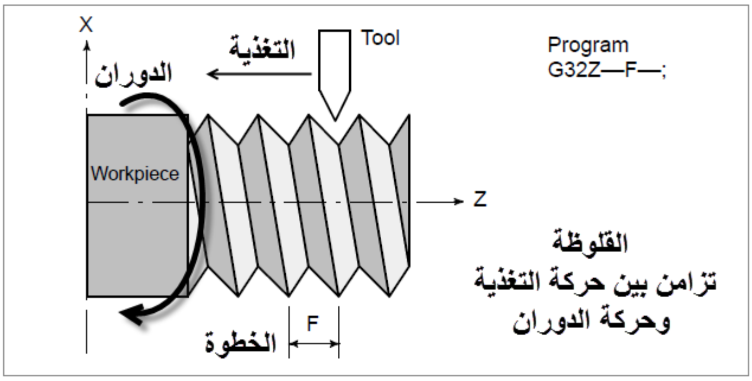


وإذا كان القطع دائري فان الأمر الموجه إلى العدة سيتغير ليصبح G2 أو G3 والذي يفهم منه الكونترول أن مسار حركة القطع هو قوس تقف العدة على بدايته كما سنرى لاحقاً.



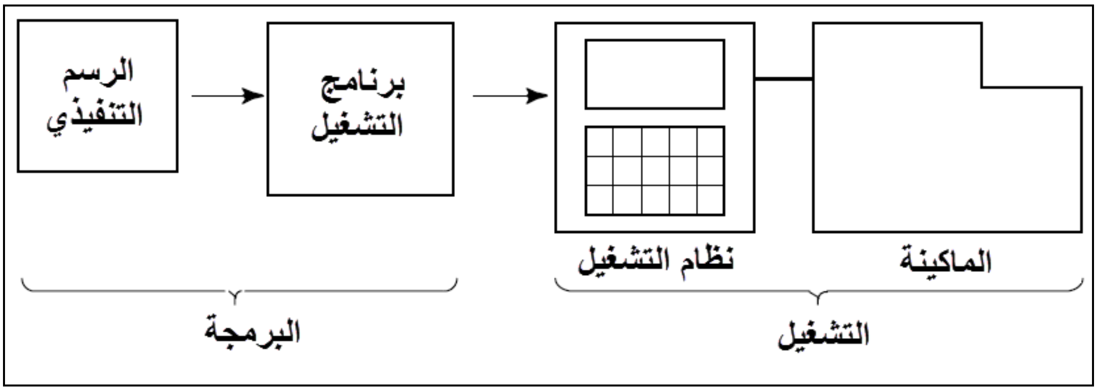
هذه الأوامر (..... , G1 , G2) والتي تحدد نوع سلوك حركة القطع تسمى بالدوال أو الأوامر التحضيرية (preparatory function)

أيضا من الممكن أن يشتمل الأمر الواحد على عدة أوامر ضمنية مثل امر قطع القلاووظ G32 أو G33 والذي يفهم منه الكونترول ضرورة التزامن بين حركة العدة القاطعة وبين الحركة الدورانية لعمود الدوران الرئيسي.



٨. التشغيل

حمل البرنامج بذاكرة الماكينة وتأكد من عدم وجود أخطاء في البرمجة ثم قم بتثبيت المشغولة وعدد القطع وتأكد من مطابقة أرقام العدد ببرنامج التشغيل لما هو كائن بالفعل على برج العدة ثم قم بالتشغيل الفعلي بعد التأكد من عدم وجود تصادم.



محاور الحركة لماكينات الخراطة CNC

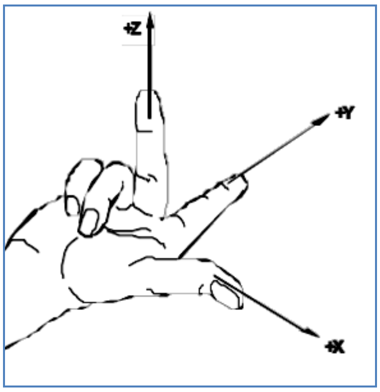
أولاً: محاور الحركة الأساسية

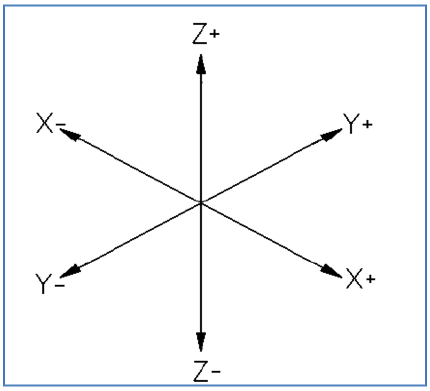
لمخارط CNC أثنان أو أكثر من مجارى الانزلاق الأساسية، وهى متعامدة مع بعضها من ناحية اتجاه الحركة؛ وتستخدم المحاور الكارتيزية الثلاثة X،Y،Z لتسمية هذه الاتجاهات بوصفها متعامدة مع بعضها البعض وبالتالي فهي تصلح لتحديد موقع أي نقطة في الفراغ وهذا ما نحتاج إليه عند كتابة برامج CNC لتحديد موقع العدة القاطعة بالنسبة للشغلة.

وتوجد مواصفات قياسية لتحديد اتجاهات هذه المحاور في ماكينات الخراطة CNC مصدرها المنظمة العالمية للتوحيد القياس (ISO) ويتم تطبيقها بشكل عام ولكن تبقى الجهة المصممة هي التي تختار تسمية اتجاهات الحركة والدوران.

قاعدة اليد اليمنى

تستخدم قاعدة اليد اليمنى لتسمية المحاور الأساسية (Z،Y،X) طبقا لنظام المحاور الكارتيزية ولتحديد اتجاهاتها الموجبة، وأيضا تستخدم لتحديد اتجاهات الدوران الموجبة حول هذه المحاور كما هو موضح بالشكل التالي:

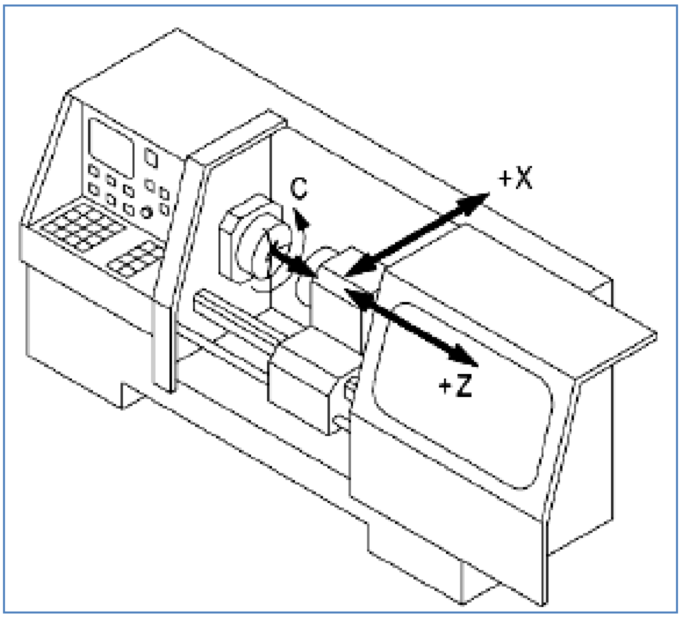




نضع أصابع اليد اليمنى بحيث يكون الإبهام والسبابة والإصبع الوسطى متعامدة مع بعضها مع ترك بقية الأصابع مغلقة على راحة اليد فيكون الإبهام في هذه الحالة هو محور X والسبابة هو محور Y والوسطى هو محور Z، كما أن رؤوس الأصابع (موضع الأظافر) تشير كل منها إلى الاتجاه الموجب للمحور الذي يمثله ذلك الإصبع.

لاحظ أن المحور Z يمثل محور الدوران حسب المواصفات القياسية ISO.

وبتطبيق هذه القاعدة على المخارط CNC نجد أن حركة العدة في اتجاه محور Z نحو الغراب الثابت (الشغلة) تمثل الاتجاه السالب لمحور الدوران Z بينما حركتها مبتعدة عن الغراب الثابت تمثل الاتجاه الموجب لمحور Z كذلك حركة العدة في اتجاه X نحو محور الشغلة يمثل الاتجاه السالب لمحور X بينما حركتها مبتعدة عن محور الشغلة في اتجاه محور X يمثل الاتجاه الموجب وعموما يكفي تحديد اتجاه واحد لأي محور لمعرفة باقي اتجاهات المحاور الأخرى بواسطة قاعدة اليد اليمنى.



ثانياً: المحاور الإضافية

توجد حركات إضافية في المخارط CNC هي الحركات الدورانية حول المحاور الأساسية والتي تحدد بالحروف:

A: إذا كان الدوران حول محور X.

B: إذا كان الدوران حول محور Y.

C: إذا كان الدوران حول محور Z.

لاحظ: أن دوران عمود القلب حول محوره (المحور Z) هو المحور C وهو يستخدم عند تقسيم السطح الأسطواني للشغلة (تسديس الشغلة مثلا) حيث يلزم إدارة الشغلة بجزء من اللفة (أي بزاوية مركزيه معينه) ويجب إلا نخلط بين السرعة الدورانية لعمود القلب باللفة / دقيقه وحركة المحور C.

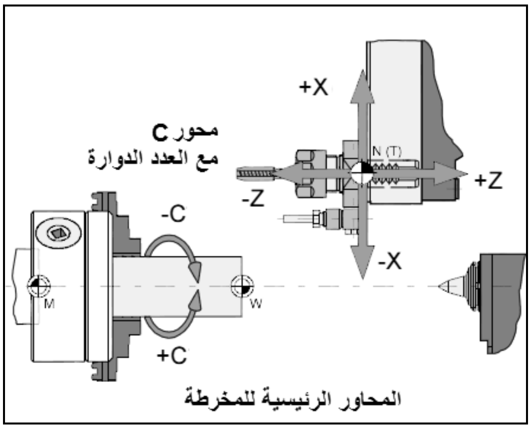
لاحظ: أيضا أن دوران العدة حول محور X هو المحور A ويجب ألا نخلط بين الحركة الدورانية للبرج الحامل للأقلام حول محوره وبين الحركات الدورانية للعدة حول المحور X إذ أن دوران البرج حول محوره هو وسيلة إحضار العدة في وضع التشغيل وليس حركة دورانيه حول أي محور من المحاور.

أسماء المحاور

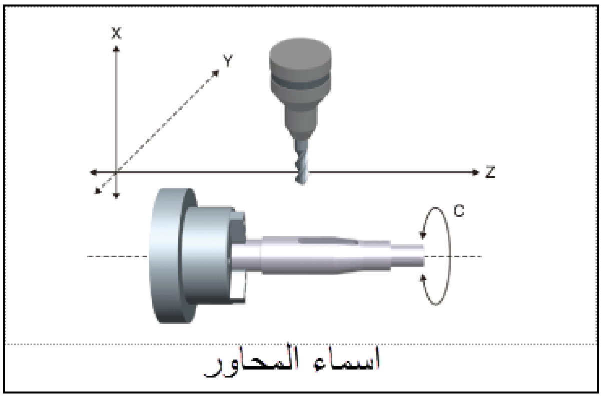
المحورين الأساسيين (المحاور الأساسية تمثل الحد الأدنى من المحاور لتشغيل المخرطة) لأي مخرطة CNC هما المحورين X،Z أما المحور Y فهو محور اختياري (OPTION) (المحاور الاختيارية هي المحاور التي تزيد من السعة التكنولوجية للماكينة ولا يمنع عدم وجودهم من تشغيل المخرطة) عمودي على المحورين X، Z كذلك المحور C هو أيضا اختياري ويمثل الحركة الزاوية حول المحور Z لعمود الدوران وهو الذي يمكنني من إجراء عمليات التفريز على المخرطة (C دوران بزاوية محددة اقل من ٣٦٠° ولا يتعلق بالدوران باللفة لكل دقيقة).

خلال هذه الجزء من الكتاب سنتناول بالشرح والتوضيح الحركة في اتجاه المحورين X،Z .

لاحظ انه عند تحديد مواضع النقط بالإحداثيات النسبية فإننا نستخدم الحرفين W،U للدلالة على الإحداثيات النسبية للمحورين Z،X على الترتيب وهذا لا يعني أن W،U أسماء للمحاور وإنما هي أوامر الحركة النسبية للمحورين Z،X .



المحاور الرئيسية للمخرطة



اسماء المحاور

<u>نقاط صفر ماكينات المخارط CNC</u>

نقاط الصفر أو النقاط الثابتة هي مواضع حددها المصنع لكافة الأجزاء المتحركة في الماكينة بحيث يستطيع الكونترول تحديد موضع تلك الأجزاء بالنسبة لنقطة الصفر

١- نقطة صفر الماكينة **M** **Machine zero point**

هي نقطة مرجعية غير قابلة للتغيير وضعت بمعرفة المصنع وهي نقطة الأصل لنظام الإحداثيات وغالبا ما تقع على وجه عمود قلب المخرطة على محور الدوران Z.

٣- نقطة صفر تثبيت العدة أو حامل العدة (N-T) **T** **Tool mount reference point**

هي نقطة وضعة بمعرفة المصنع في مكان مناسب محدد يقع على فتحة تثبيت العدة في برج العدة وبها يحدد النظام موضع العدة بالنسبة لصفر الماكينة.

٤- نقطة صفر الشغلة **W** **Work piece zero point**

هي نقطة حددت بواسطة المبرمج تنسب إليها أبعاد الشغلة وهي تقع على قطعة التشغيل وغالبا ما تكون على محورها والذي هو نفسه محور الدوران Z لتكون نقطة الأصل لإحداثيات قطعة التشغيل.

5- نقطة القطع **P** **Cutter point**

هي نقطة تقع على طرف العدة القاطعة.

٦- نقطة صفر التوقف (السندو) **A** **Dead stop point**

هي نقطة تحدد بمعرفة المشغل بهدف سند الشغلة عليها (مثل الطبة التي يقفل بها فتحة قلب الظرف).

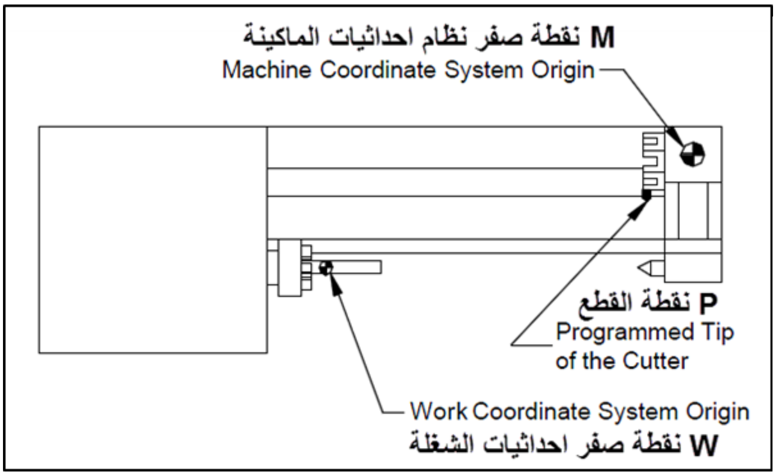
٢- النقطة المرجعية **R** **Reference point**

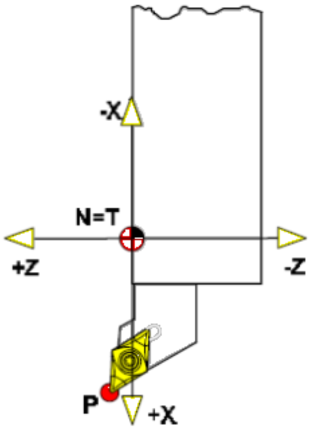
هي موضع داخل حيز التشغيل يحدد بالضبط بواسطة (limit switch) ليميت سويتش (مفتاح تحديد)

المخـارط CNC تـزود بموضـع ثابـت يحـدد بمعرفـة المصـنع وعادتـا نقـوم بتغييـر العـدة أوتوماتيكيـا فـي هـذا الموضـع (automatic tool changer (ATC)) أو نقوم بضـبط نقطـة اصـل نظـام الإحداثيات المطلقة للماكينة في هذا الموضع أي يعتبر نقطة الأصل (صفر ، صفر) لنظام إحداثيات الماكينـة، هذا الموضـع يسمى الموضـع المرجعـي reference position R ويمكـن أن نحـرك إليـه بـرج العـدة يـدويا عـن طريـق وضـع الماكينة على نمط الرجوع إلى النقطة المرجعية من لوحة التحكم.

كما يطلب نظـام التشـغيل الفانوك فـي كثيـر مـن الماكينـات التـي لا تـزود بتقنيـة البحـث عـن موضـع الإحداثيات المطلقة عند الإقلاع (without an absolute–position detector) الرجوع إلى النقطة المرجعية عند إقلاع الماكينة power on

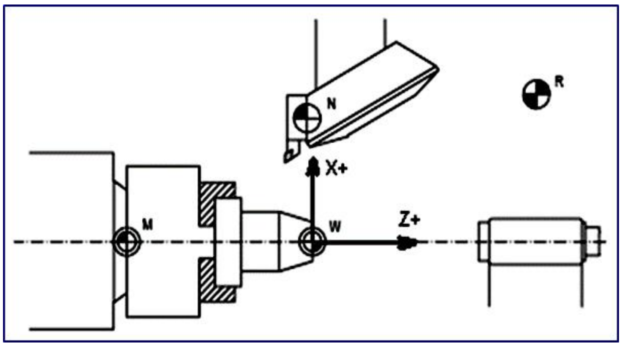
أيضا يمكن الرجوع أوتوماتيكيا بسهولة باستخدام الكود G28 داخل البرنامج.





نظام الإحداثيات Coordinate System

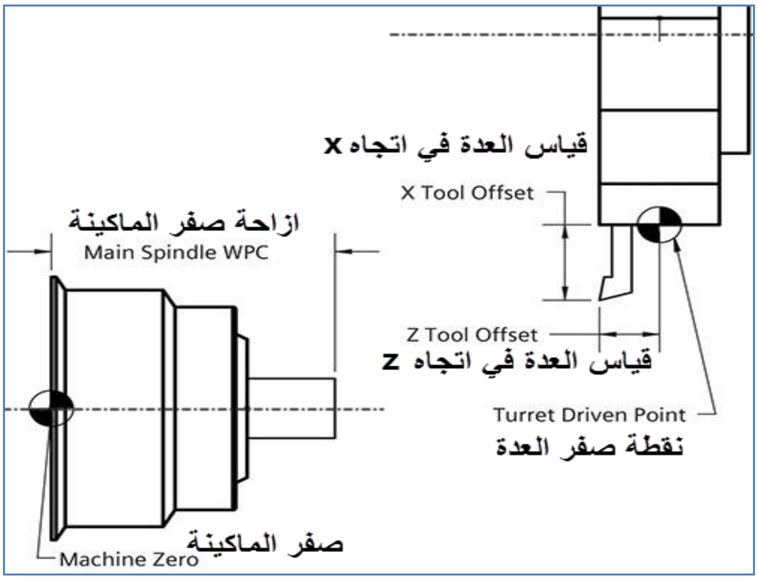
نقطة صفر تثبيت العدة (N) ونقطة صفر الماكينة (M) هما نقطتان حددتا بمعرفة مصنع الماكينة وهما واقعتإن على جسم برج العدة ووجه عامود القلب على الترتيب (في معظم الماكينات) ولا يمكن للمشغل تغيير مكانهما واذا نظرت على شاشة الحاسب في صفحة إحداثيات الماكينة (Machine coordinate system) ستجد أن المصنع اعتمد نظام الإحداثيات المطلقة لوصف مكان وجود النقطة (N) حيث تمثل الأرقام الظاهرة أمامك بعد النقطة (N) عن نقطة الأصل (النقطة M) في المستوى المحصور بالمحورين X،Z (طبعا اذا كانت الماكينة محورين فقط).



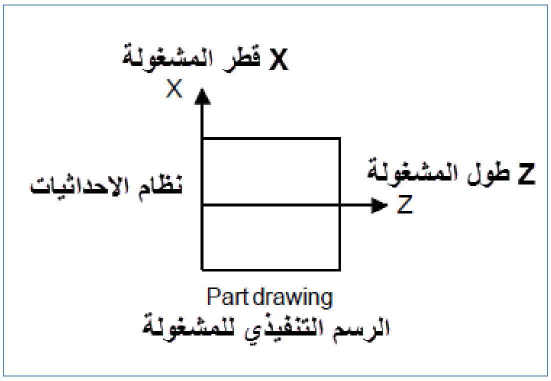
عند كتابة البرنامج يقوم المبرمج بإرشاد نقطة القطع (P) لتتحرك على المسار المراد قطعه الذي هو بالطبع وصف للنصف العلوي من المسقط الرأسي للشغلة (الكنتور) هذا المسار يصعب وصفه من نقطة الأصل (M) لذلك أتاح نظام التحكم إمكانية إزاحة نقطة الأصل لوضعها في أي مكان يسهل الوصف منه (W) وبالطبع سيقوم المبرمج بإزاحتها ليضعها على قوره الخامة في المنتصف وهي النقطة التي نسب إليها كافة الأبعاد عند رسمه للشغلة هذه العملية تسمى ترحيل صفر الماكينة.

ترحيل صفر الماكينة

كما سبق وأوضحنا أن للمخارط CNC نظام إحداثيات محدد موضع نقطة أصله بمعرفة المصنع وهي النقطة المعروفة بصفر الماكينة M هذا النظام يمكن إزاحته إلى أي موضع داخل حيز التشغيل ومن ذلك الموضع يحدد نظام التشغيل الموضع الذي تتحرك إليه عدة القطع تبعا لقيم المحاور X،Z .



كذلك عندما تقوم بأعداد الرسم التنفيذي لقطعة العمل فإنك تحدد أولا نظام إحداثيات وعادتاً ما يكون نظام الإحداثيات المطلقة ثم تقوم بالرسم ناسباً كل إحداثيات نقاط الرسم إلى نقطة أصل ذلك النظام.

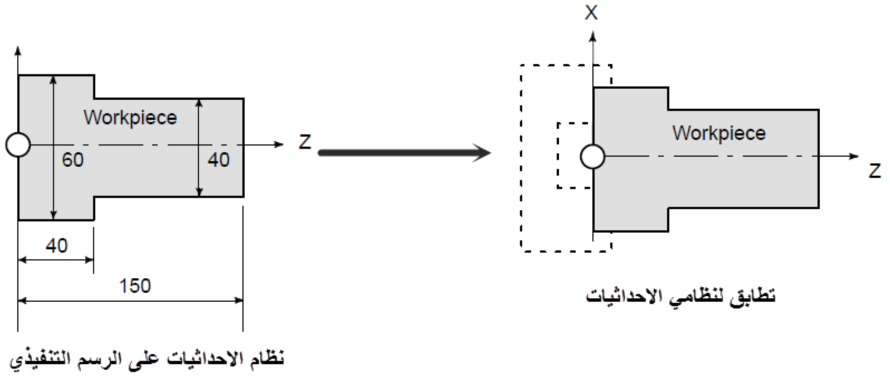


إذاً نحن أمام نظامين للإحداثيات مختلفين الموضع.

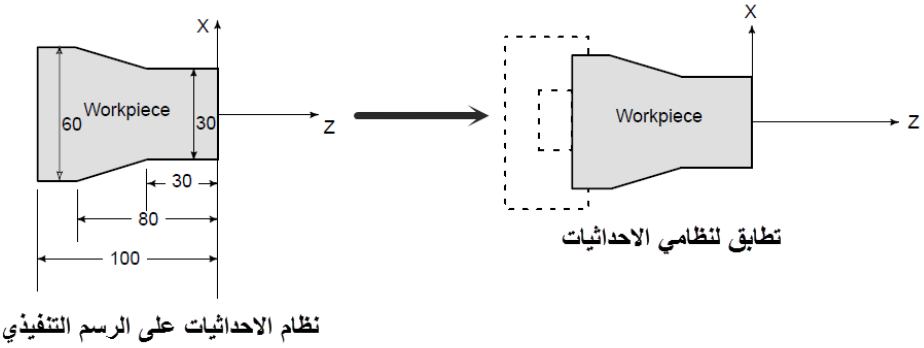
١. نظام إحداثيات الماكينة.

٢. نظام إحداثيات الرسم التنفيذي لقطعة العمل.

لذلك لكي تشغل قطعة العمل بنفس الأبعاد الموضحة على الرسم لبد أن يضبط نظامي الإحداثيات في نفس الموضع.

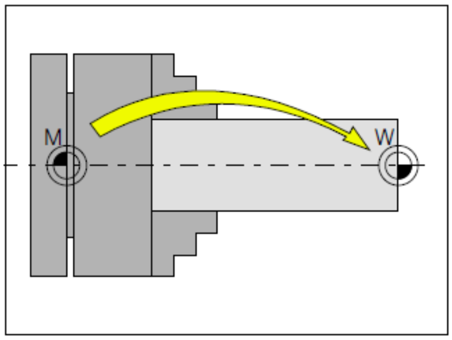


صفر الماكينة المزاح يقع على وجه الظرف ليتطابق مع صفر الرسم الموضوع على القورة اليسرى



ازاحة صفر الماكينة ليتطابق مع صفر الرسم الذي يقع على القورة اليمنى لقطعة العمل

لترحيل صفر الماكينة لابد من معرفة طول المسافة من نقطة M إلى نقطة W هذه المسافة تقاس بطرق عديده تختلف باختلاف نظام التشغيل المثبت على الماكينة (فانوك – سيمنز -.... الخ) كما تختلف باختلاف التسهيلات الموجودة على الماكينة (تطور الماكينة).



بعد قياس هذه المسافة يتم وضع قيمتها في صفحه خاصه داخل نظام التشغيل تعرف بالكود (G54، G59).
عند كتابة البرنامج يقوم المبرمج باستدعاء الكود الذي وضع فيه قيمة الترحيل وليكن مثلا G54 فيفهم نظام التشغيل أن النقطة M قد تم إزاحتها بهذه القيمة حتى النقطة W.
بعد ذلك أي إحداثيات يقوم بكتابتها المبرمج ستنسب إلى النقطة W (في حقيقة الأمر يقوم نظام التشغيل بالجمع الجبري لقيم إحداثيات النقطة المبرمجة المطلوب الذهاب اليها ولقيم الإحداثيات الموجودة في مسجل إزاحة صفر الماكينة (G54 مثلاً) وقياس الإحداثيات بناتج الجمع من النقطة M)

تحديد نظام الإحداثيات.

١. نظام إحداثيات الماكينة Machine coordinate system

النقطة المرجعية التي وضعها مُصنع الماكينة والتي ترجع إليها العدة عند إقلاع الماكينة تبعد عن نقطة ثابتة تعرف بصفر الماكينة بمسافات تحدد بمعرفة المصنع فاذا كانت نقطة الأصل لنظام الإحداثيات متطابقة مع نقطة صفر الماكينة سمي النظام بنظام إحداثيات الماكينة.

وهذا ما يحدث عند إقلاع الماكينة حيث يُفعل هذا النظام أوتوماتيكيا بمجرد الوصول إلى موضع النقطة المرجعية (برمجة الكود G28 داخل البرنامج للذهاب إلى النقطة المرجعية يؤدي نفس الغرض حيث يعمل على تفعيل نظام إحداثيات الماكينة وذلك ما لم يكن نظام إحداثيات المشغولة نشط بالأكواد G54– G59) هذا الموضع لا يمكن تغييره بمعرفة المبرمج وإنما يمكن إعادة ضبطه بمعرفة متخصصين الصيانة.

Format:

G53 G0 X…. Z…

حيث:

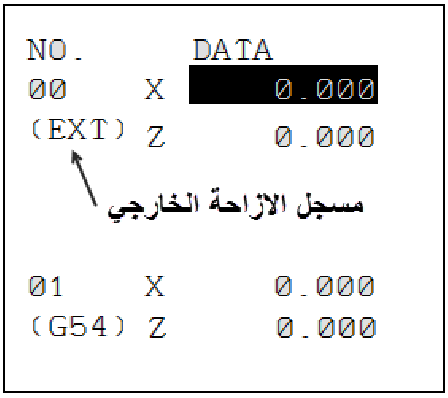
- G53 كود تفعيل نظام إحداثيات الماكينة.
- X..., Z... الإحداثيات المطلقة Absolute للنقطة المستهدفة.

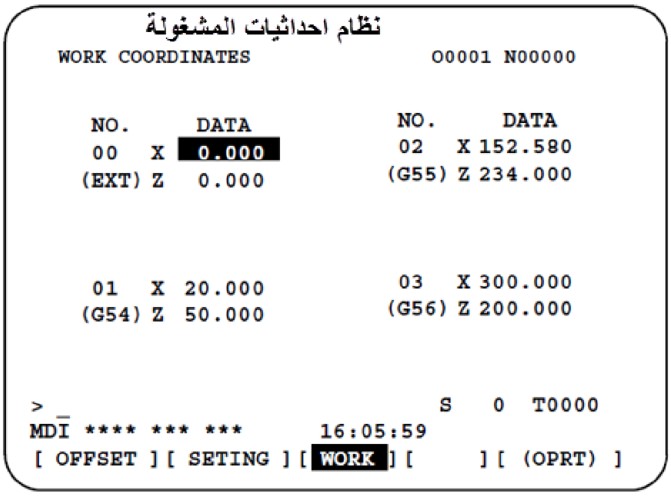
العدة القاطعة تتحرك إلى النقطة المحددة بالإحداثيات X، Z وهي إحداثيات مطلقة حيث لا يمكن استخدام الإحداثيات النسبية مع نظام إحداثيات الماكينة وإلا تسبب في إلغاء تفعيل الكود G53 ، أيضا راعي أن الكود G53 هو من الأكواد التي تُفّعل لبلوك واحد فقط أي أن الإحداثيات المذكورة في نفس البلوك المحتوي على G53 هي التي تنسب إلى صفر الماكينة وعادتاً ما تستخدم لتحديد موضع تغيير العدة عند البرمجة ليظل ذلك الموضع ثابت بصرف النظر عن موضع صفر المشغولة أو عن إزاحة العدة التي في وضعية التشغيل والذي يجب أن يلغى استعواض نصف قطرها وكذلك يلغى إزاحة صفر العدة قبل استدعاء الكود G53.

يفضل دائما للماكينات التي لا تدعم الذهاب إلى النقطة المرجعية عند الإقلاع أن يستخدم الكود G28 لإرجاع العدة إلى النقطة المرجعية لمرة واحدة قبل استخدام الكود G53.

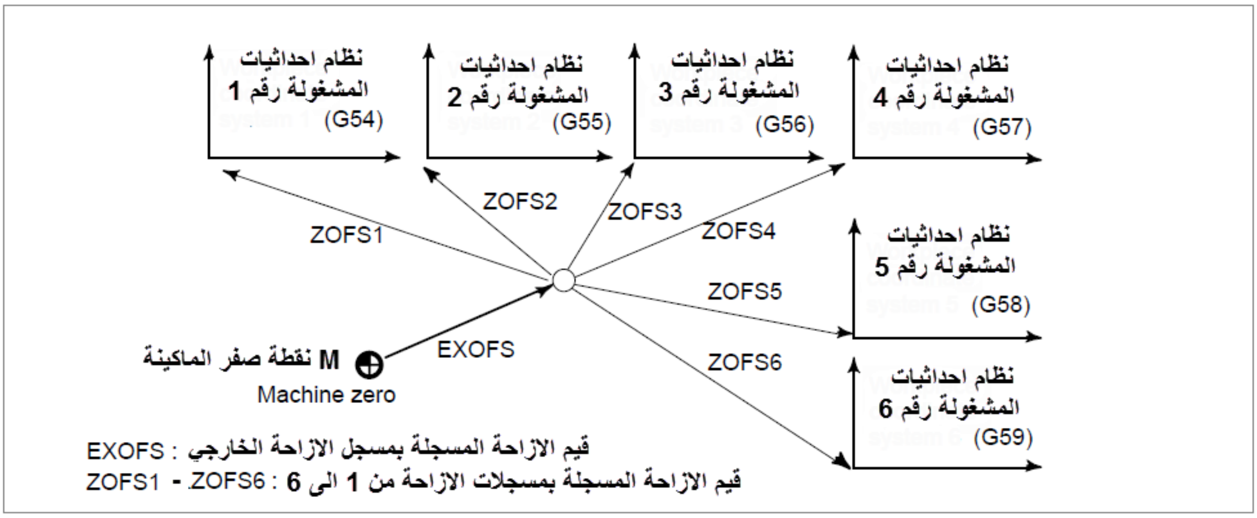
٢. نظام إحداثيات المشغولة (G54 – G59) (the Work piece Origin Offset Value)

يتيح نظام الفانوك عدد ٦ صفحات (مسجل إزاحة صفر الماكينة) متماثلة لتسجيل قيم إزاحة صفر الماكينة (بالنسبة لماكينات امكو توجد صفحة واحدة فقط وهي G54) تبدأ من G54 وتأخذا رقم ١ وتنتهي G59 وتأخذ الرقم ٦ ويمكن للمبرمج اختيار أي منها لتسجيل قيم إزاحة صفر الماكينة للمحاور.X،Z يدويا فمثلا عند استخدام الكود G54 ببرنامج التشغيل فان نظام الإحداثيات المطلقة للماكينة والذي نقطة اصله (صفر ، صفر) هي نقطة صفر الماكينة M يزاح لتكون نقطة اصله W والتي تبعد عن النقطة M بالقيم المسجلة بصفحة G54 ويطلق على نظام الإحداثيات المزاح نظام إحداثيات المشغولة.





كما يتيح نظام الفانوك مسجل إزاحة خارجي يأخذ الرقم صفر (External work piece zero point offset) يقوم هذا المسجل بإزاحة صفر المشغولة المسجل في الصفحات من G54 إلى G59 بالقيم المسجلة به بمعنى أن القيم المسجلة بمسجل الإزاحة الخارجي تجمع جبرياً على مسجلات الإزاحة من ١ إلى ٦ وتظل نشطة.



تسجيل إزاحة صفر الماكينة أوتوماتيكيا باستخدام الكود G10

يسمى الكود G10 بمبرمج إدخال البيانات (Programmable data input) حيث يستخدم لإدخال البيانات بمسجلات الإزاحة.

Format:

G10 P_p X… Z…

(G10 L2 P_p X… Z…) ماكينات رومي

G10 P_P U… W…

حيث:

P = zero مسجل الإزاحة الخارجي.

P = 1 إلى P = 6 مسجل الإزاحة من ١ إلى ٦

..X…, Z. قيم الإزاحة المطلقة (G90) والتي يتغير بها مسجل الإزاحة المحدد بالحرف P_p

..U…, W. قيم الإزاحة النسبية (G91) والتي تجمع جبرياً على مسجل الإزاحة المحدد بالحرف P_p

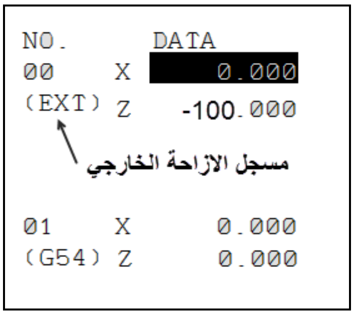
مثال:

G28 U0 W0

G90

G10 P0 X0 Z-100

(G10 L2 P0 X0 Z-100) ماكينات رومي



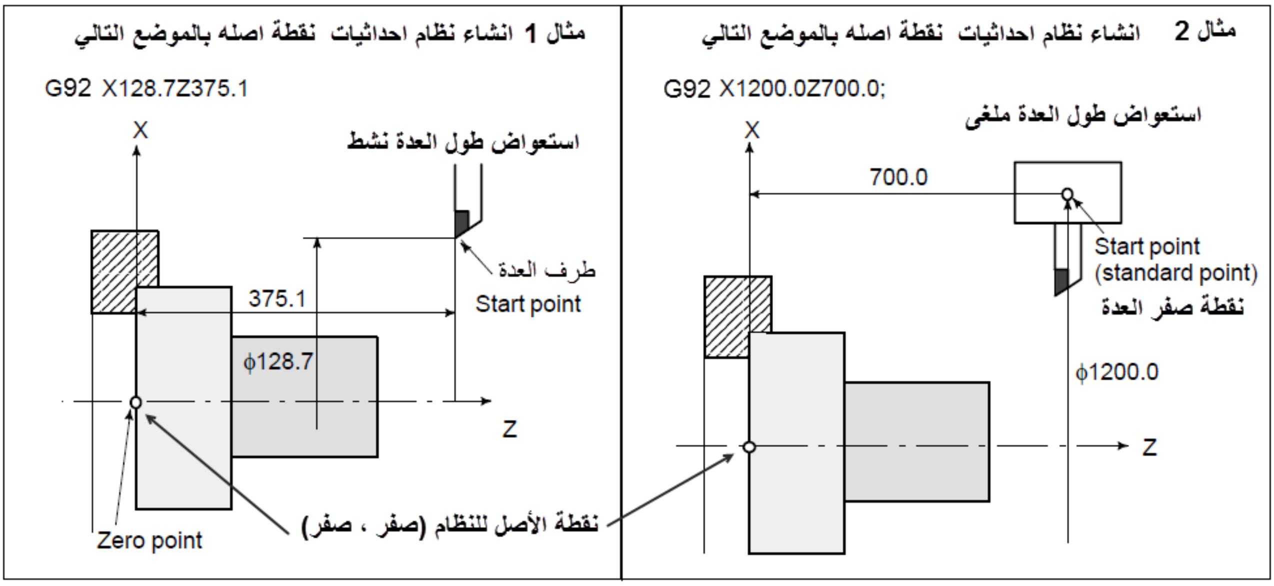
إزاحة نظام الإحداثيات بالكود Coordinate system setting G92

يعرف الكود G92 (نظام التكويد C،B) بأنه كود إنشاء نظام إحداثيات مطلقة افتراضي للماكينة في موضع ثابت (Coordinate system setting) تحدد نقطة أصله (صفر، صفر) بالإحداثيات .Z،X

Format:

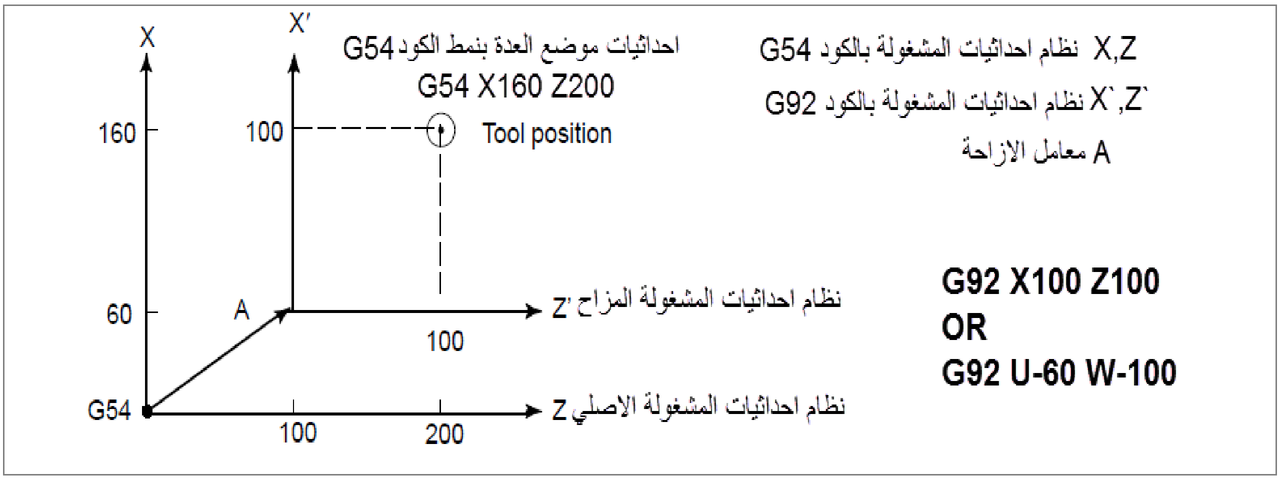
G92 X…. Z….

حيث .Z،X بعد نقطة الأصل عن نقطة صفر العدة في حالة إلغاء استعواض طول العدة ونصف قطرها أما في حالة وجود استعواض نشط لطول ونصف قطر العدة فان الإحداثيات .Z،X تمثل بعد نقطة الأصل عن طرف العدة (أي موضع طرف العدة بالإحداثيات المحددة .Z،X بالنسبة لصفر النظام المنشط بالكود G92)



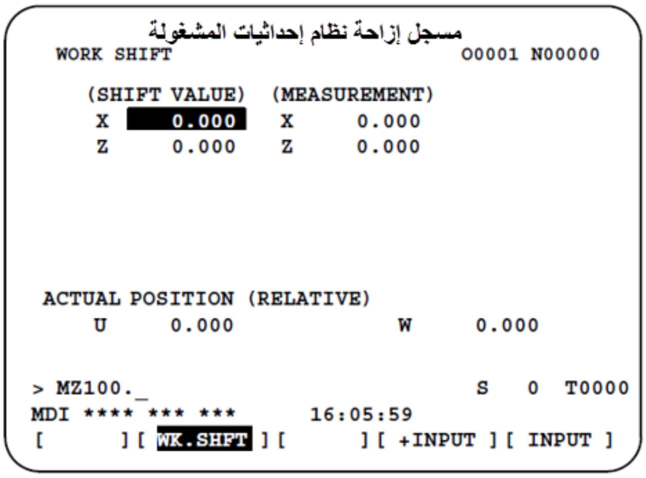
بعد تنشيط الكود G92 يصبح لدينا نظامي إحداثيات مطلقة احدهما نشط وهو الذي حددت نقطة اصله بالكود G92 والآخر غير نشط وهو نظام إحداثيات الماكينة ونقطة اصله هي نقطة صفر الماكينة M والذي يمكن تنشيطه بالكود G53 لبلوك واحد فقط وبمعنى آخر فان نظام الإحداثيات الافتراضي للماكينة قد تغير ليصبح نقطة اصله هي النقطة المحددة بالكود G92 بدلا من النقطة M وبذلك فإن الكود G92 يختلف عن الكود G54 فعند تنشيط الكود G54 داخل البرنامج يقوم نظام التشغيل الفانوك بالجمع الجبري لقيم .X،Z المذكور بالبرنامج لحركة المحاور على القيم المطلقة لـ .X،Z المسجلة بصفحة G54 وتلغى G54 بالكود M30 أو أمر reset أما نظام الإحداثيات المنشط بالكود G92 فهو إزاحة لنظام الإحداثيات المطلقة الافتراضي للماكينة من نقطة الأصل M إلى نقطة أصل جديدة هي المحددة بالكود G92 ولا يلغى تأثير الكود G92 بالكود M30 أو أمر reset وإنما يلغى بإعادة النقطة M كنقطة افتراضية لنظام إحداثيات الماكينة وذلك باستخدام نفس الكود G92 بحيث تكون قيم إحداثيات المحاور.X،Z للكود G92 والمحددة لنقطة صفر النظام تتطابق على النقطة M ويفضل للاستخدام الأمثل للكود G92 أن ينشط والعدة موجودة في موضع النقطة المرجعية R أي بعد تنشيط الكود G28 وكذلك عند إلغاؤه.

لو استخدم الكود G92 أثناء تنشيط أي من الأكواد (G54 – G59) فان نظام إحداثيات المشغولة النشط سوف يزاح ليكون موضع عدة القطع عند ذلك يبعد عن نقطة أصل نظام إحداثيات المشغولة المزاح بمقدار .X،Z المحددة بالكود G92، لو كانت قيم المحاور .X،Z بالإحداثيات النسبية فان نظام إحداثيات المشغولة النشط سوف يزاح ليكون موضع عدة القطع عند ذلك يبعد عن نقطة أصل نظام إحداثيات المشغولة المزاح بمقدار حاصل جمع قيم الإحداثيات .X،Z النسبية المحددة بالكود G92 على قيم إحداثيات موضع العدة قبل تنشيط الكود G92.



تسجيل الإزاحة باستخدام مسجل إزاحة نظام إحداثيات المشغولة)

Work piece Coordinate System Shifting



إنشاء (وضع) نظام إحداثيات مطلقة باستخدام الكود G92 يماثل تماما وضع (تسجيل) نظام الإحداثيات على نمط MDI في مسجل إزاحة نظام إحداثيات المشغولة (Work piece Coordinate System Shifting)

قيمة المحور Z تسجل يدويا بإشارة سالب في مسجل إزاحة نظام إحداثيات المشغولة.

لاحظ أنه بعد تسجيل هذه القيم تصبح نشطة فوراً لأي برنامج تشغيل.

استخدام الكود G92 داخل البرنامج لوضع نظام إحداثيات المشغولة يلغي القيم المسجلة في مسجل الإزاحة (WORK.SHFT)

G92 X100.0 Z80.0;

عند تحديد الكود G92 بالقيم الموضحة يصبح موضع العدة الحالي هو X100.0 Z80.0 بصرف النظر عن القيم المسجلة بالمسجل(WORK.SHFT)

نظام الإحداثيات الموضعي Local coordinate system

يتح نظام الفانوك ٢١ إنشاء نظام إحداثيات آخر داخل برنامج التشغيل والتنقل به في أي مكان داخل حيز التشغيل مع البقاء على نظام إحداثيات المشغولة الأصلي النشط بالأكواد من G54 إلى G59 كما هو هذا النظام المتنقل يطلق عليه نظام الإحداثيات الموضعي.

Format:
G52 X.. Z..

حيث:

X،Z هما إحداثيات نقطة أصل نظام الإحداثيات المحلي مقاسة من نقطة أصل نظام إحداثيات المشغولة.

بتنشيط الكود G52 X. Z. فان نظام الإحداثيات الموضعي سوف يوضع لكل أنماط نظام إحداثيات المشغولة من G54 إلى G59 التي تنشط لاحقا.

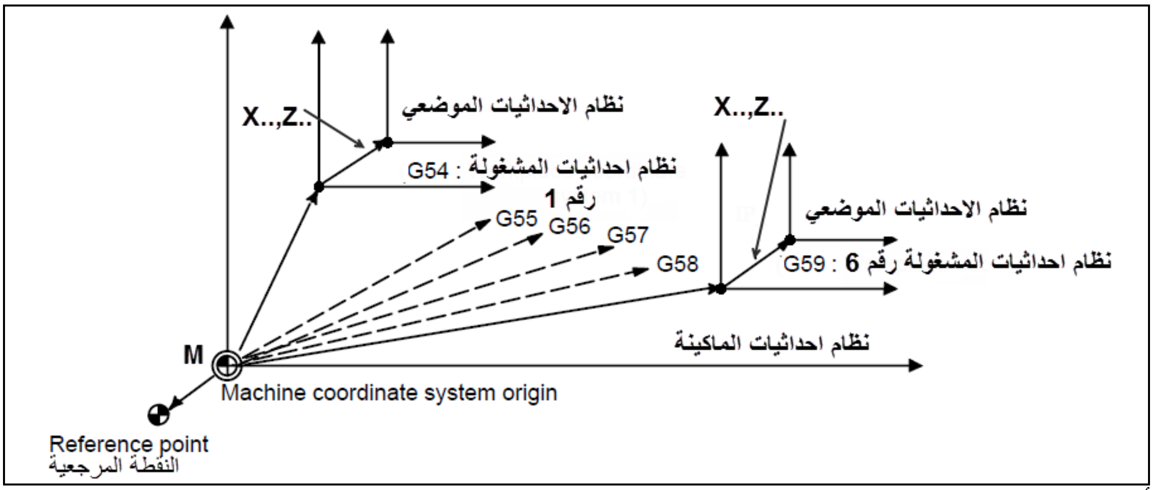
وبفرض إنك وضعت نظام إحداثيات موضعي وأردت إنشاء نظام موضعي آخر في مكان مختلف

G52 X`..Z`..

فان النظام الموضعي الجديد يلغي النظام القديم ويضع نظام جديد نقطة أصله `X،`Z

ولإلغاء نظام الإحداثيات الموضعي والعودة إلى نظام إحداثيات المشغولة يستخدم نفس الكود كالتالي:

G52 X0 Z0



لاحظ أن:

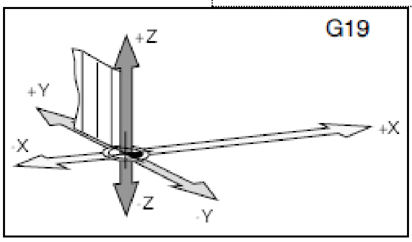
- نظام الإحداثيات الموضعي لا يغير نظام إحداثيات الماكينة ولا يغير نظام إحداثيات المشغولة.
- عند استعمال الكود G92 لتعيين نظام إحداثيات المشغولة لو لم يتم تحديد الإحداثيات لكل المحاور (.G92X مثلا فقط ولا وجود للإحداثي Z) فان نظام الإحداثيات الموضعي يبقى بدون تغيير.
- G52 تلغي استعواض نصف قطر العدة مؤقتا لذلك نشط الكود G52 خلال نمط G40 واستعواض نصف قطر العدة بعد تنشيط الكود G52.
- M30 أو أمر RESET تلغي نظام الإحداثيات الموضعي.

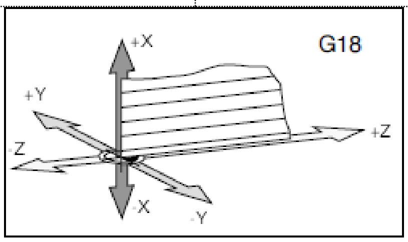
اختيار مستوى التشغيل

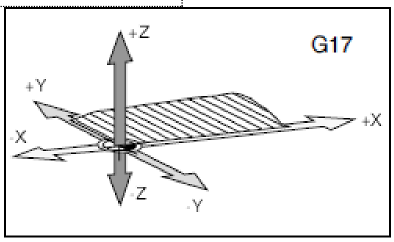
فائدة تحديد مستوى التشغيل

١. لتحديد المستوى الذي تتم فيه حركة القطع الدائري circular interpolation (في الفراغ معرفة نقطة بداية القوس ونقطة نهايته ونصف قطره واتجاه الحركة بدون تحديد للمستوى الذي يقع فيه يعني ما لانهاية من الأقواس).
٢. لتحديد المستوى الذي يستعوض فيه نصف قطر العدة tool nose radius compensation (المستوى الذي يقع فيه قوس استدارة طرف العدة).
٣. لتحديد المستوى الذي سيتم دورانه عند لف نظام الإحداثيات coordinate system rotation.
٤. لتحديد مستوى الثقب (drilling by G–code) ذلك أن دورات الثقب الجاهزة دورات عامه تصلح للثقب في أي مستوى وحركة عمق القطع المحددة بها تأخذ عمودية على المستوى النشط.
٥. نظام الإحداثيات القطبية يحدث في المستوى النشط.

المستوى	الكود (G)
X , Y plane	G17
Z , X plane	G18
Y , Z plane	G19





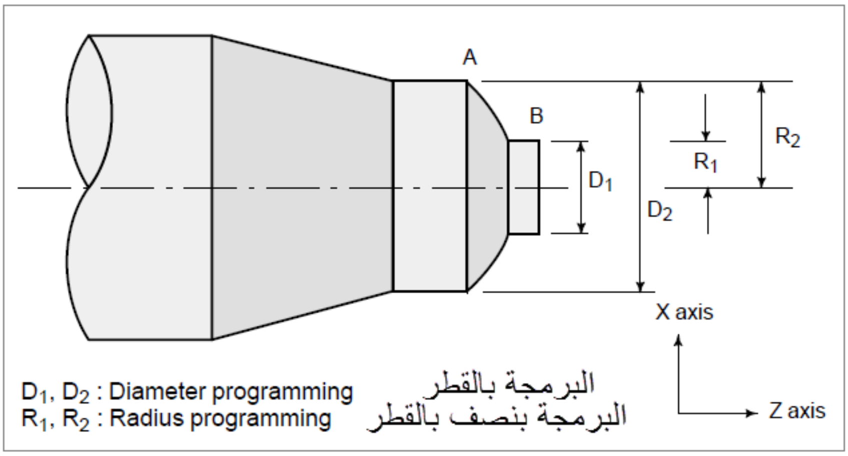


لاحظ أن:

١. G17, G18, G19 من الأكواد النمطية (modal) والتي تظل نشطة حتى تستبدل بواحدة منها.
٢. عند إقلاع الماكينة power on فان المستوى الافتراضي للمخارط G18 (ZX plane).
٣. تعليمات الحركة لا علاقة لها باختيار المستوى.
٤. برمجة شطف الأركان أو لفها أثناء القطع بالكود G1 وكذلك كثير من الدورات الجاهزة تتم عند تنشيط المستوى (X,Z) G18 أما الدورات التي تتم في المستويات G17, G19 فهي دورات خاصة سنوضحها عند شرحها.

البرمجة بالقطر أو بنصف القطر.

أنظمة تشغيل مخارط CNC عموماً تتعامل مع المشغولة على أن مقطعها مستدير حتى وإن كان في الحقيقة الجزء المراد تشغيله ذو مقطع مختلف لذلك فهناك طريقتين لضبط قيم الأبعاد في اتجاه X بالقطر أو بنصف القطر حيث يمكن ضبط الكونترول وذلك من خلال متغيرات النظام (التعامل مع متغيرات النظام يحتاج إلى فني تشغيل وصيانة على درجة عالية من المعرفة) للعمل بأي من الطريقتين.



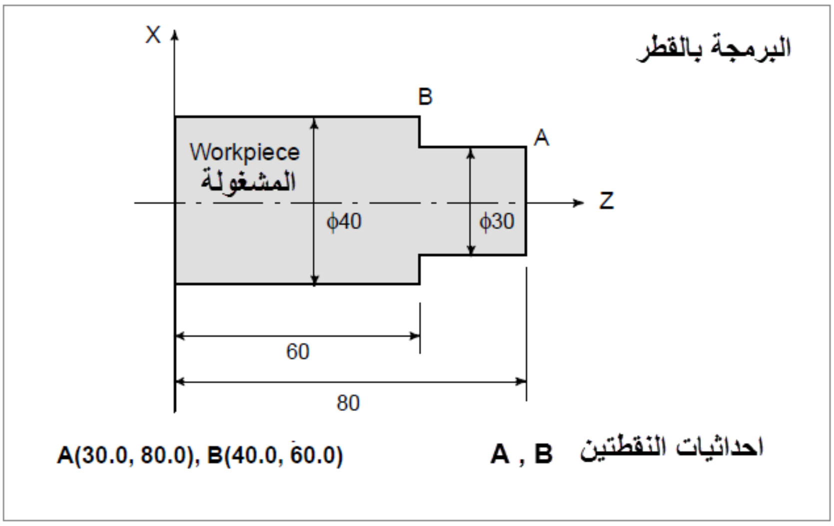
عند استخدام طريقة البرمجة بالقطر راعي الاعتبارات الهامة التالية:

م	العنصر	الشروط والاعتبارات
	الاعتبارات الهامة عند العمل بطريقة البرمجة بالقطر	
١.	الأمر X	يحدد بقيمة القطر
٢.	الحركة النسبية في اتجاه X	تحدد بقيمة القطر بالمثال السابق للحركة من B إلى A تكون قيمة الإحداثي X هي حاصل طرح القطر D2 ناقص القطر D1
٣.	الكود G92 والخاص بإزاحة نظام الإحداثيات	تحدد قيم الإحداثيات بالقطر.
٤.	إزاحة العدة في اتجاه X (قياس العدة)	تحدد بقيمة القطر.
٥.	المتغيرات بدورات التشغيل الجاهزة مثل متغير تحديد عمق القطع في اتجاه X بدورة الخرط الطولي.	تحدد بقيمة نصف القطر.
٦.	متغيرات حركة القطع الدائري R,I,K	تحدد بقيمة نصف القطر.
٧.	قيم الإحداثيات التي تظهر على شاشة الماكينة	تحدد بقيمة القطر.

أمثلة للبرمجة: (يجب التدريب عليها على ماكينة خراطة CNC بالمركز أو الشركة)

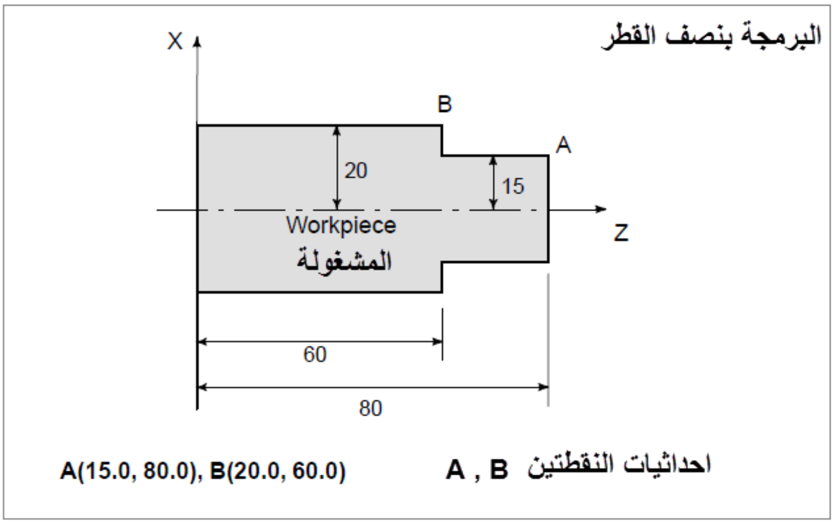
مثال (١): برمجة الأبعاد بالقطر

في هذه الطريقة تحدد قيم الأبعاد في اتجاه الحركة لمحور X بقطر المشغولة كما هي بالرسم التنفيذي.

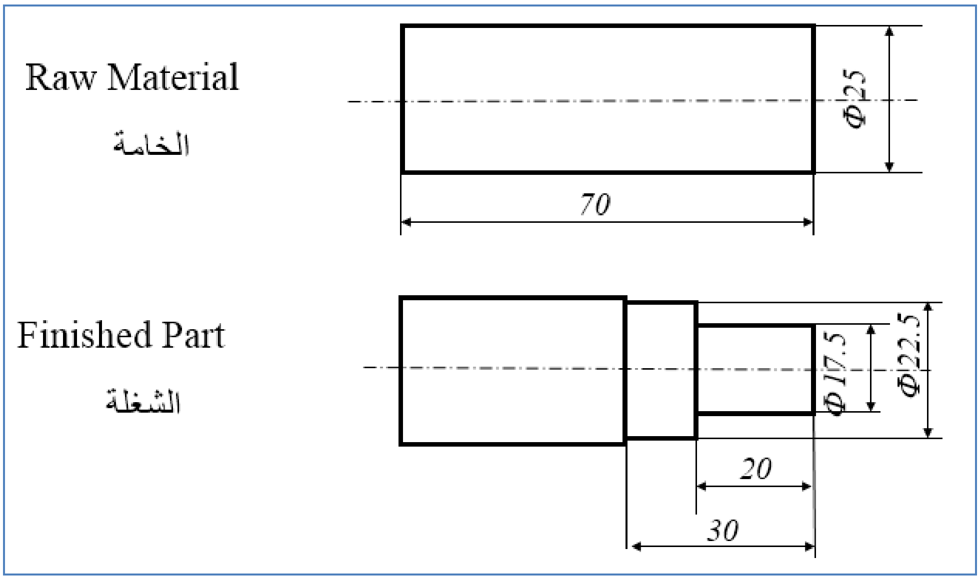


مثال (٢): البرمجة بنصف القطر

في هذه الطريقة تحدد قيم الأبعاد في اتجاه الحركة لمحور X بنصف قطر المشغولة أي المسافة من محور المشغولة كما هي بالرسم التنفيذي



مثال (٣) برنامج كامل لتشغيل شغلة بسيطة على المخرطة CNC




```
O0013
N0005 G71 (G21 CODE B) G90 G18 G40
N0006 G28 U0 W0
N0010 T0303
N0011 G92 S3000
N0012 G96 S200 M04
N0013 G95 F0.1
N0020 G57 G00 X26.00 Z0.0
N0030 G01 X-2.0
N0040 G00 Z2.0
N0050 X50.0 Z50.0
N0060 T0404
N0070 G57 G00 X22.50 Z2.0 S300
N0080 G01 Z-30.0 F0.2
N0090 G00 X23.0 Z2.0
N0100 G00 X17.5
N0102 G01 Z-20.0 F0.2
N0110 G00 X23.0 Z2.0
N0120 X50.0 Z50.0
N0130 M30
```

الباب الخامس:
التفاوتات والتوافقات (الإزواجات) وتشطيب الأسطح

التفاوتات والتوافقات (الإزواجات)

حينما يطلب تصنيع منتج ما بمقاسات دقيقة تماما فإن هذا الطلب في الواقع لا يمكن تحقيقه عملياً – خصوصاً إذا كان المطلوب إنتاج ألف قطعة مثلا – فالعامود الذي ينتج علي أساس أن قطرة يساوي ٤٠مم – مثلا – سوف يتم تصنيعه بقطر اكبر أو اقل من هذه القيمة مهما كانت درجة دقة طريقة التصنيع المستخدمة وقد يتم تصنيع جزء ما بدقة متناهية لو أتيحت الفرصة استخدام ماكينة دقيقة وحديثة ولكن قد لا توجد وسيلة القياس الدقيق التي تعطي البعد المطلوب بدقة دون أي زيادة أو نقصان . علاوة على أنه من الصعب انتاج منتج بمقياس ثابت ومحدد حيث أنه يرفع من تكاليف الإنتاج.
وكنتيجة لانتشار الصناعة على مستوى العالم علاوة على إمكانية تبادل الأجزاء المختلفة للمنتجات ، لذا يجب أن تكون الأجزاء المنتجة على درجة دقة مناسبة حتى تسمح بتجميعها دون اللجوء لإجراء عمليات تشغيل أخري وفى الوقت نفسه يمكن إنتاجها فى مصانع مختلفة وبلاد مختلفة ولذا فإن الأجزاء المنتجة تكون قابلة للتبادل مثل قطع الغيار للسيارات والمسامي والصواميل .... الخ .
ولإمكانية حدوث هذا التبادل فانه لابد من وجود تسامح على أبعاد المنتج يتوقف قيمته على درجة الدقة المطلوبة للمنتج وكذلك درجة التشطيب للسطوح المنتجة
ولذا فإنه لا يكتفي بتحديد المقاسات المطلوبة لأي منتج – وإنما يجب أن يحدد أيضا أقصي انحراف يمكن السماح به بالنسبة لكل بعد من أبعاد المنتج – ولهذا نجد في الرسومات الهندسية بعض الإبعاد الهامة قد أضيف إليها رقمان يمثلان أقصي وادني حد يمكن السماح به بالنسبة لهذا البعد – وذلك لإنتاج الشغلة في حدود الحدين المحددين .
ويجب الأخذ فى الاعتبارأن تكاليف الإنتاج تزداد كلما قلت قيمة التقارب (التجاوز) وذلك نظرا لمتطلبات الإنتاج من استخدام معدات ذات دقة عاليه فضلا عن الجهد والوقت اللازمين لضبط جودة الإنتاج للوصول الى الأبعاد المطلوبة للمنتج فى نطاق التجاوز المسموح ليس هذا فقط بل أنه فى هذه الحالات ذات الدقة العالية يكون المرتجع من المنتجات بأعداد كبيرة عن المشغولات ذات التجاوزات الكبيرة.

تعاريف:

البعد الاسمي Nominal size :

هو البعد النظري الذي يكتب علي الرسم والناتج من حسابات التصميم ومهما كانت مهارة العامل ودقة الماكينة وجودتها ومهما كانت دقة أجهزة القياس فان المشغولات الناتجة لا يمكن أن تتساوي أبعادها وتتفق مع المقاسات الاسمية التي تكتب علي الرسم بل دائما يوجد هناك فرق بالزيادة أو النقصان ولو صغير جدا يعد بأجزاء من المائة أوأجزاء من الألف.من الملليمتر

خط الصفر:

هو حد المقاس الاسمى بالضبط (المقاس الاسمى + صفرا)

البعد الفعلي: Actual size

هو مقاس المنتج الفعلي بعد اتمام تشغيله

الدقه

تقاس أبعاد المشغولات الميكانيكية والأجزاء الاليه التي تتطلب درجة عالية من الدقة في إنتاجها وطبيعة عملها كبنوز المكابس وبنوز ومحاور أعمدة المرافق بواسطة أجهزة القياس الدقيقة كالميكرومترات ومحددات القياس وغيرها وذلك حتى تؤدي هذه الأجزاء وظائفها علي أحسن وجه ولكي يمكن تبديل الأجزاء التالفة بآخري سليمة .

تعريف الدقة :

يمكن تعريف الدقة بأنها مدي تطابق الأبعاد الفعلية للمشغولات مع الأبعاد الاسمية لها التي تكتب علي الرسومات الهندسية.

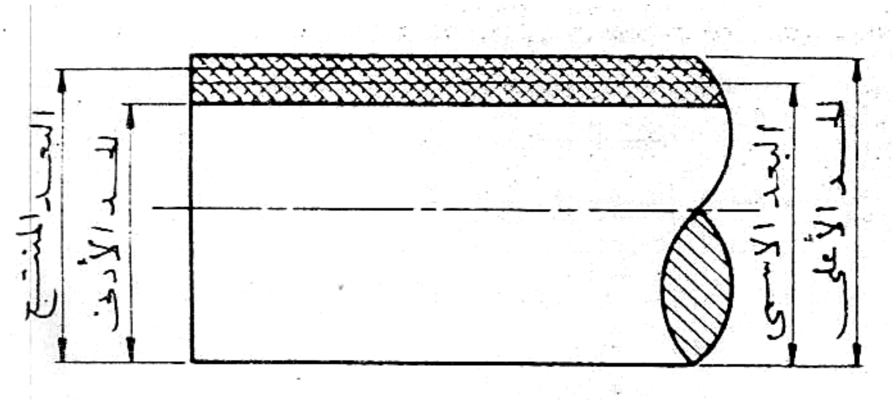
حدود الدقة (التفاوت : Tolerance)

يقوم المصمم بوضع حدوداً لدرجة دقة الإنتاج بحيث يقع مقاس المشغولات ذات المقاسات الواحدة والشكل الواحد بين حدي الدقة أو عند احدهما – وكلما زادت دقة الإبعاد كلما زادت تكلفة الشغلة .

والتفاوت يعطينا القدر المسموح به للانحراف عن البعد الاسمى أثناء الانتاج

Tolerance = Upper limit – Lower limit

والشكل التالى يبين حدود مقاسات عمود ومبين علي الرسم البعد الاسمي (القطر الاسمي) وكذا الحد الاعلي والحد الأدنى والذى يجب أن يقع القطر المنتج فعلا بينهما



الحد الاعلي للمقاس Upper limit (U.L.)

هو أكبر بعد مسموح

الحد الادنى للمقاس Lower Limit (L.L.)

هو أصغر بعد مسموح به

الانحراف Deviation

هو الفرق بين البعد الاسمى والبعد الحقيقي للمنتج وينقسم الانحراف الى نوعين:

انحراف الحد الاقصى Upper deviation or high deviation

هو الفرق بين الحد الاقصي والبعد الاسمي للمنتج

انحراف الحد الادنى Lower deviation

وهو الفرق بين الحد الأدنى للبعد والبعد الاسمي للمنتج

ويعتبر الفرق الجبرى بين الانحرافين أ ، ب هو التفاوت

مثال١

البعد $\Phi 75^{+12}_{-10}$

- البعد الاسمى له 75 mm
- الحد الاقصى للبعد

max limit = 75+0.012=75.12

- الحد الادنى للبعد

min limit = 75 - 0.10= 74.990

- التفاوت

Tol = 75.012 – 74.990 = 0.022 mm

- انحراف الحد الاقصي

Upper deviation = 75.012 - 75 = 0.012 mm

- انحراف الحد الادنى

Lower deviation = 75-74.990=0.01mm

مثال:٢

المطلوب إنتاج عمود قطره = $40^{+0,015}_{-0,008}$

القطر الاسمي للعمود = ٤٠ ملليمتر .

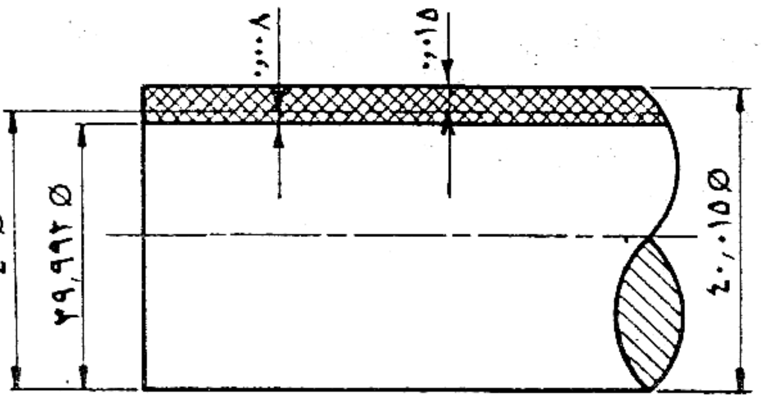
الحد العلي (أكبر قطر مسموح به) = ٤٠ + ٠،٠١٥

= ٤٠،٠١٥ ملليمتر.

الحد الأدنى (اصغر قطر مسموح به) = ٤٠ – ٠،٠٠٨

= ٣٩،٩٩٢ ملليمتر .

أي انه يمكن قبول الأعمدة الناتجة بأقطار تتراوح بين الحد الأعلى والحد الأدنى لقطر العمود أو الأقطار التي تتساوي مع أحد الحدين .



وكما ذكرنا من قبل فأن وضع حدود للدقة في التشغيل يؤدي إلي إنتاج مشغولات وقطع غيار متشابهة في الشكل والمقاسات مما يسهل معه تجميع هذه الأجزاء في وحدة واحدة كوحدة محرك السيارة مثلا أو إحلالهاأي استبدالها كقطع غيار كما هو متبع عند استبدال التالف من قطع غيار السيارات.

لذلك يجب أن لا تزيد المقاسات للمشغولات بعد التشطيب عن الحد الأعلى أو تقل عن الحد الادني المسموح به وإلا أدي ذلك إلي عدم صلاحية الشغلة وفي هذه الحالة يجب رفضها أو استبعادها .

ويلاحظ أن الدقة العالية في إنتاج المشغولات المتشابهة تتطلب دائما المزيد من المهارة وأجهزة القياس الدقيقة والماكينات الغالية الثمن – ويجب عدم الإسراف في الدقة للأجزاء الغير دقيقة لان ذلك يزيد تكلفة المنتج كما سبق ذكره .

مثال٣:

المطلوب إنتاج عمود قطره = $25^{+0.009}_{-0.004}$

المقاس الأسمى = ٢٥ مم

الحد الاعلي للمقاس = ٢٥ + ٠،٠٠٩ = ٢٥،٠٠٩ مم ،

الحد الأدنى للمقاس = ٢٥ - ٠،٠٠٤ = ٢٤،٩٩٦مم.

التفاوت = ٢٥،٠٠٩ – ٢٤،٩٩٦ = ٠٠،٠١٣ مم

أو التفاوت = ٠،٠٠٤+٠،٠٠٩ = ٠،٠١٣ مم

أنواع التفاوت: Type of Tolerance

ينقسم التفاوت إلى نوعين :

- تفاوت فى اتجاه واحد Unilateral tolerance

وفى هذا النوع يكون التفاوت فى اتجاه واحد من البعد الاسمى

مثل $45^{-0.020}_{-0.010}$

- تفاوت فى اتجاهين bilateral tolerance

وفى هذا النوع يكون التفاوت فى اتجاهين من البعد الاسمى

مثل $45^{+0.010}_{-0.020}$

الأبعاد الحرة Free Dimension

هي المقاسات الغير مقيدة بتفاوت وفى الغالب تكون للأجزاء الغير متداخلة مع أجزاءأخري ولتسهيل التشغيل وضعت جداول تحدد قيمة التفاوت المناسب لهذه الحالات ويلاحظ أنها لا تلزم الدقة كما في نظام I S A

قيمة التفاوت المناسبة للمقاسات المختلفة بالمليمترات فى الابعاد الحره

درجة التشغيل	الأبعاد الحرة					
	حتى ٦مم	٦ : ٣٠ مم	٣٠ : ١٠٠ مم	١٠٠ : ٣٠٠ مم	٣٠٠ : ١٠٠٠ مم	١٠٠٠ : ٢٠٠٠ مم
دقيق	± ٠،٠٥	± ٠،١	± ٠،١٥	± ٠،٢	± ٠،٣	± ٠،٥
متوسط	± ٠،١	± ٠،٢	± ٠،٣	± ٠،٥	± ٠،٨	± ١،٢
تخشين	± ٠،٢	± ٠،٥	± ٠،٨	± ١،٢	± ٢	٣
تنعيم	± ٠،٥	± ١	± ١،٥	± ٢	٣	٥

الأزواج :(التوافق)

لا شك أن معظم التركيبات الميكانيكية تتكون عادة من مجموعة من الأجزاءالتي تركب معاً لينتج عن ذلك التركيبة الميكانيكية ويختلف نوع التركيب تبعاً للتركيبة المطلوبة .

فمثلا في محرك السيارة يلاحظ أن المكبس يتحرك داخل الاسطوانة حركة انزلاقية ترددية بينما يدور عمود المرفق حرا داخل جلبة كرسي المحور ويلاحظ ضرورة وجود خلوص للزيت بين العمود وجلبة الكرسي (أي أن قطر العمود أصغر من قطر الجلبة) بينما تكون جلبة كرسى المحور مثبتة ولا تتحرك وتركب في جسم الكرسي بالتداخل (أو بالشحط) أي أن قطر الجلبة أكبر من قطر الكرسي كما أن حركة مكبس حقنة الطبيب داخل الحقنة يكون انزلاقياً أي أن قطر المكبس يكاد يساوي قطر الحقنة

كل هذه وأمثالها تسمي إزواجات

والأزواج اوالتوافق: يعنى عادة ازواج قطعتين بمقاسات يحدد لها نسب تفاوت معينة ، يمكن معها أن تتحرك بالنسبة لبعضها البعض أولا تتحرك بتاتا وذلك حسب الغرض من استعمالها.

ويحدد درجة الأزواج ما يلي :

- مقدار الخلوص او التداخل بين العمود والثقب
- نوع المعدن المستخدم فى صنعهما
- مدى خشونة سطح الاتصال بين الجزئين

وهناك ثلاث أنواع رئيسية للأزواج وهى كالتالي:

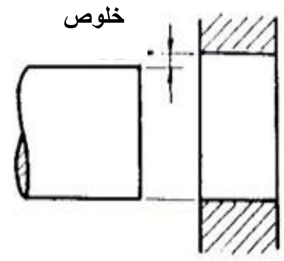
(أ) إزواج خلوصي (مثل عمود الإدارة في الجلبة)

(ب) أزواج تداخلي (مثل تركيب الجلبة في الكرسي) .

(ج) إزواج انتقالي (وهو بين الخلوصي والتداخلي) .

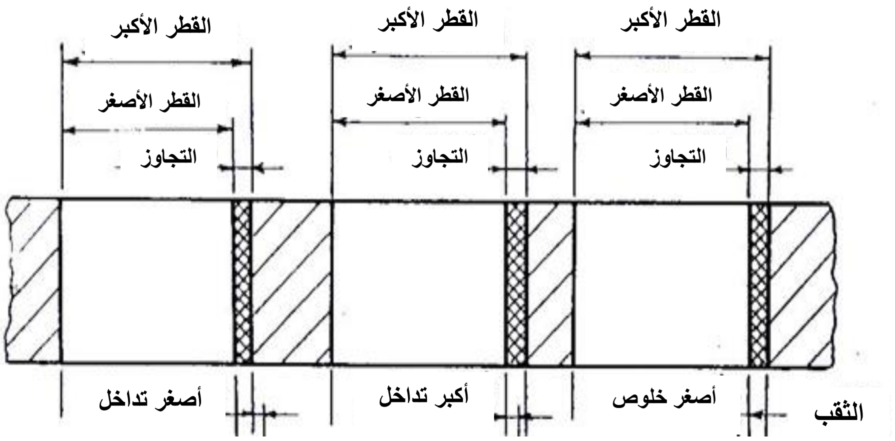
(أ) الإزواج الخلوصى :Clearance fit

بعض التركيبات (الإزواجات) الآلية تحتاج فى حركتها الدورانية مثل الحركة بين بنوز عمود المرفق والنهايات الكبرى لأذرع التوصيل أو حركتها الترددية كحركة المكابس داخل إسطواناتها إلي وجود خلوص يمكنها من الحركة بسهولة ، والشكل التالى يبين العناصر المختلفة للإزواج الخلوصي .



(١) قطر العمود أصغر من قطر الثقب

(إزواج خلوصى)



ومنه يمكن تعريف الخلوص بأنه أصغر حيز مسموح به فى حدود مقاسات محسوبة بمنتهي الدقة قد تصل إلي أجزاء من الألف من المليمتر فى تركيبة ما بحيث يسمح هذا الحيز أو الخلوص بالحركة النسبية فى حدود التشغيل المطلوب دون حدوث إضرار كهروب الشحنة أو قطع غشاء الزيت من حول المكابس أو هروب الزيت من حول بنوز عمود المرفق والنهايات الكبرى لأذرع التوصيل.

أى ان فى الأزواج الخلوصي يتحتم أن يكون مقاس العمود أقل دائما من مقاس الثقب فى نطاق التفاوت المحدد، بمعنى أن الحد الأعلا لمقاس العمود يقل دائما عن الحد الأدني لمقاس الثقب تاركا بذلك خلوص

ولكن عندما ندخل فى الاعتبار أن هناك تجاوزاً محدداً فى قطر كل من العمود والثقب تصبح للتركيبة الخلوصية حد اصغر وحد اكبر للخلوص ويجب أن يكون الخلوص الحقيقي للشغلة واقعاً فى نطاق هذين الخلوصين .

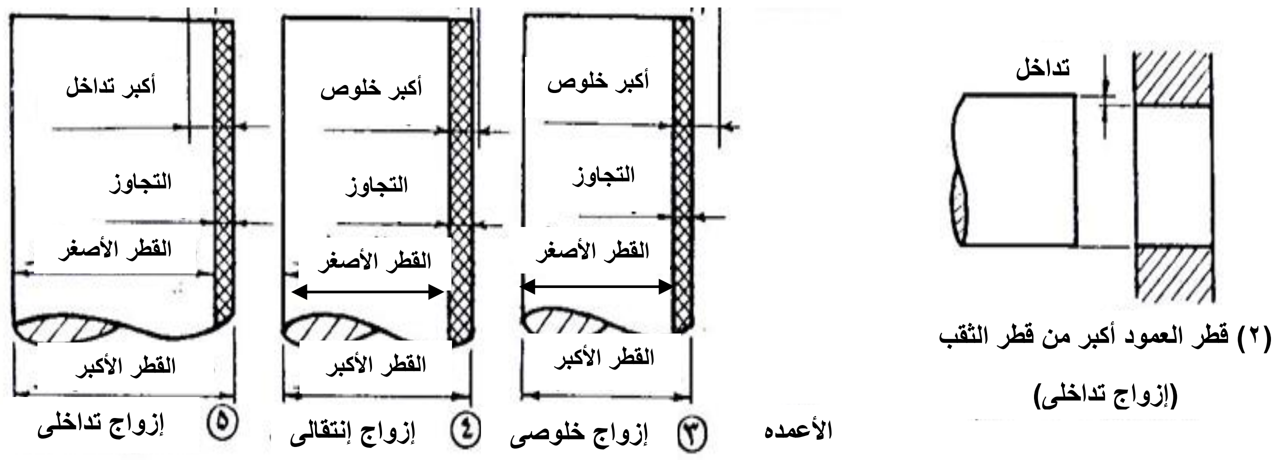
ويكون أصغر خلوص = القطر الأصغر للثقب – القطر الأكبر للعمود

أكبر خلوص = القطر الأكبر للثقب – القطر الأصغر للعمود

والخلوص الحقيقي = القطرالحقيقى للثقب – القطر الحقيقى للعمود

(ب) الإزواج التداخلى (الشحط): Interference fit
وفيه يكون قطر العمود أكبر من قطر الثقب وتصبح قيمة التداخل محدودة ومسموح بها .
وبإضافة قيمة التفاوت فى كل من الثقب والعمود تنتج التركيبة الموضحة فى الشكل حيث يقل مقاس الثقب عن مقاس العمود على الدوام، فيكون الحد الأعلى لمقاس الثقب أقل من الحد الأدنى للعمود ، ويستلزم التجميع فى هذه الحالة استعمال الضغط سواء على البارد أو على الساخن.
ويكون هناك حداً أقصي وحداً ادني للتداخل ويكون التداخل الفعلي للشغلة واقعا فى نطاق هذين التداخلين .
ويكون أصغر تداخل = القطر الأصغر للعمود – القطر الأكبر للثقب
وأكبر تداخل = القطر الأكبر للعمود - القطر الأصغر للثقب.

والشكل التالى يبين العناصر المختلفة للإزواج التداخلى



(٢) قطر العمود أكبر من قطر الثقب
(إزواج تداخلى)

(ج) الإزواج الأنتقالى : Transition Fit
وفيه يصعب تحديد الأزواج فقد يكون خلوصياً فى جزء من المنتج بينما يكون تداخلياً فى جزء آخر من هذا المنتج – وتكون قيمة التداخل أو الخلوص فى كلا الحالتين صغيرة جداً وتكون بعض الأزواجات الناتجة بين خلوصية خفيفه وتداخلية خفيفه وعند التجميع فى هذه الحالة نحتاج عادة إلى ضغط خفيف أو إلى دق، وهذا النوع من التوافق كما يستشف من إسمه هو فى الواقع مرحلة إنتقال بين نوعى التوافق السابقين.
وفيه يكون أكبر تداخل = القطر الأكبر للعمود - القطر الأصغر للثقب
وأكبر خلوص = القطر الأكبر للثقب - القطر الأصغر للعمود.
والشكل السابق يبين العناصر المختلفة للأزواج الإنتقالي .

نظام التفاوت والازواجات: System of limits and fits

النظام الدولي للتوافق ISA (international standard Association)

هذا النظام وضع فى ستكهولم سنة ١٩٢٤ ويستخدم لمدى اقطار تتراوح ما بين صفر: ٥٠٠مم . وقد تم تحديد الآتي:

يعتبر نظام ISA أدق وأكمل النظم التى وضعت للتوافق حتى الآن ، لذلك فإنه يستخدم فى معظم دول العالم – خاصة دول أوربا، كما أنه أكثر نظم التوافق استخداما فى الدول العربيه

أسس النظام الدولي للتوافق ISA

رتبه تفاوت Grade of accuracy

يشتمل هذا النظام على سنة عشر رتبه تفاوت

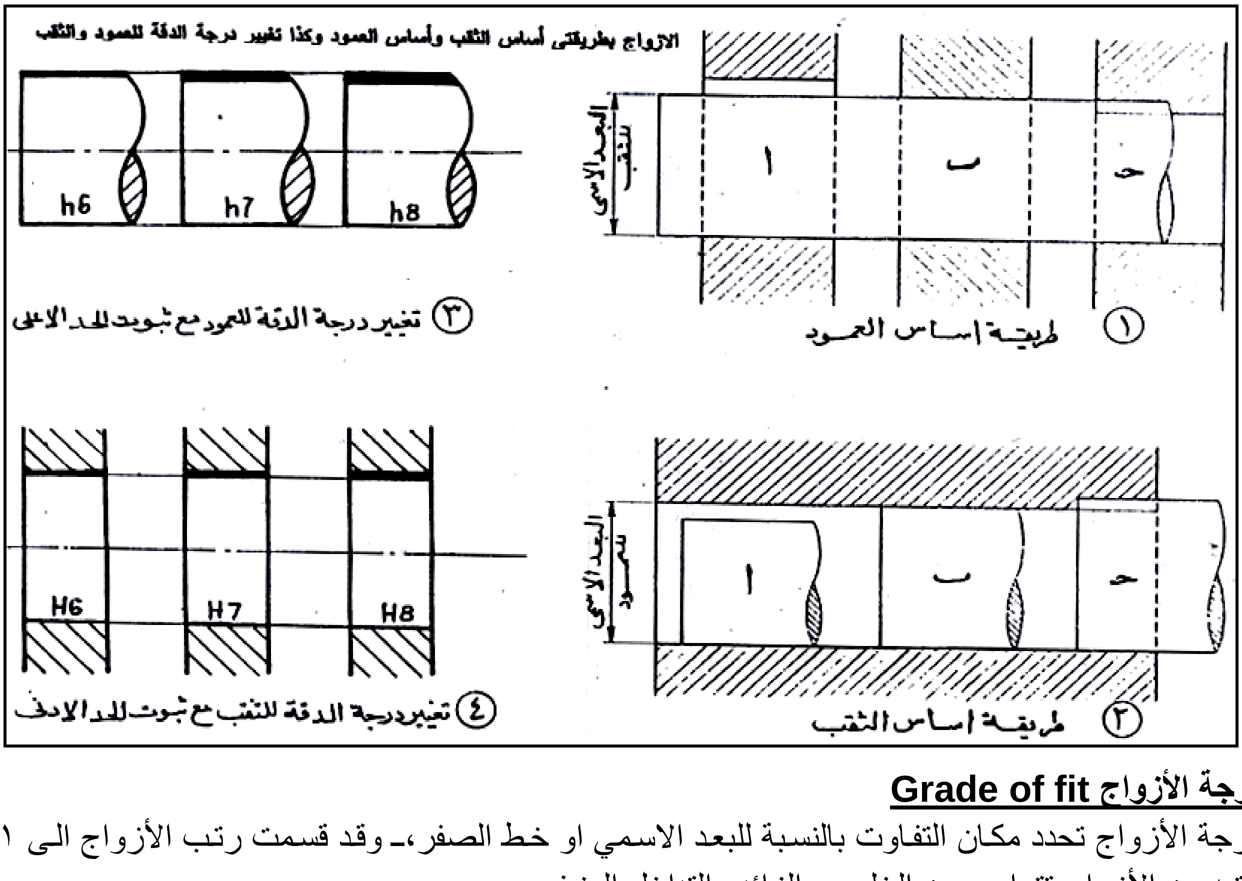
تأخذ الأرقام من ١ حتى ١٦ ويرمز لها كالتالي: IT1, IT2, IT3 وهكذا

بحيث أنه يزداد قيمة التفاوت كلما كبر الرقم وتزداد درجة الدقة كلما صفر الرقم.

وتستعمل الرتب الأربع الأولي (من ١ إلي ٤) لقوالب ومراجع القياس وكذا الأزواجات عالية الدقة – والرتب (من ٥ إلي ٨) في الصناعات الدقيقة مثل أجزاء محركات الطائرات والسيارات – والرتب (من ٩ إلي ١١) في الصناعات الأقل دقة مثل الآلات الزراعية أما الرتب الأخيرة فتستخدم في الإشغال العادية البسيطة.

ويوضح (شكل ٣) تغيير درجة الدقة للعمود مع ثبوت الحد الاعلي للعمود .

ويوضح (شكل ٤) تغيير درجة الدقة للثقب مع ثبوت الحد الأدنى للثقب.



درجة الأزواج Grade of fit

درجة الأزواج تحدد مكان التفاوت بالنسبة للبعد الاسمي او خط الصفر، وقد قسمت رتب الأزواج الى ٢١ رتبه من الأزواج تتراوح بين الخلوص الزائد والتداخل العنيف .

وعبر عنها بحروف لاتينية كبيرة لتدل على الانحرافات الأساسية للثقوب ، وتكتب صغيرة لتدل على الانحرافات الأساسية للعمود. للأعمدة وهى الحروف A-Z ماعدا I,L,O,Q,W كالتالي :

الثقوب:

A – B – C – D – E – F – G – H – J – K – M – N – P – R – S-T-U– V – X – Y-Z

الاعمدة:

a – b – c – d – e – f – g – h – j – k – m – n – p – r – s-t-u – v – x – y –z

نظام الإزواج:

يوجد نظامين للأزواج هما:

أساس الثقب وأساس العمود

أساس الثقب:

هو ذلك النظام الذى يثبت فيه مقاس الثقب (فى نطاق التفاوت المحدد) ونحصل فيه على نوع التوافق المطلوب بالتحكم فى مقاسات العمود. والانحراف الأساسي للتفاوت فى نظام أساس الثقب هو الرمز H وقيمته = صفر، أى أن حد التفاوت يبدأ من القطر الأسمى وهذه الدرجة تعتبر الامام والدليل لباقي الانحرفات سواء كانت قبلها أو بعدها (أى كانت موجبة أو سالبة) فيقع الحد الأدنى لمقاس الثقب عند بداية التفاوت تحت خط الصفر، ويقع الحد الاقصي لمقاس الثقب عند نهاية التفاوت فوق خط الصفر وقد أوصى النظام الدولى ISA باستخدام نظام أساس الثقب بتفاوت أحادى الاتجاه.

ويفضل استخدام نظام أساسي للثقب فى حياتنا العملية وذلك فى حالة حدوث أزواج واحد بين عمود وجلبه ولكن فى حالة ما اذا كان هناك عمود وعليه عدة جلب بازواجات مختلفة ففى هذه الحالة لابد من استخدام اساس العمود.

وفي حالة ثبوت الثقب يرمز إليه بالرمز (H)ويرمز إلي الأعمدة بالرموز الآتية لتعطي الأزواج المطلوب :

للأزواج الخلوصي	a , b , c , d , e , f , g , h
للأزواج الانتقالي	j , k , m , n
للأزواج التداخلي	p , r , s , t , u , v , x , y , z

أساس العمود:

هو النظام العكسي لأساس الثقب حيث يثبت قيم مقاس العمود (فى نطاق التفاوت المحدد) ونحصل فيه على نوع التوافق المطلوب بالتحكم فى مقاسات الثقب والانحراف الأساسي فى هذا النظام هو الرمز h وقيمته = صفر. أى أن حد التفاوت يبدأ من القطر الأسمى. وهذه الدرجة تعتبر الامام والدليل لباقي الانحرافات سواء كانت قبلها أو بعدها (أى كانت موجبة أو سالبة)، فيقع الحد الأدنى لمقاس العمود عند بداية التفاوت تحت خط الصفر ويقع الحد الأقصي لمقاس العمود عند نهاية التفاوت فوق خط الصفر.

في حالة ثبوت العمود يرمز إليه بالرمز (h) ويرمز إلي الثقوب بالرموز الآتية لتعطي الأزواج المطلوب :

للأزواج الخلوصي	A , B , C , D , E , F , G , H
للأزواج الانتقالي	J , K , M , N
للأزواج التداخلي	P , R , S , T , U , V , X , Y , Z

ليس المقصود باصطلاح الثقب والعمود المعنى الحرفى لها وإنما المقصود هو الإشارة إلى الأبعاد الداخلية والخارجية على التوالي ،أى أن الثقب والعمود ما هو الا اصطلاح يرمز الى الابعاد الداخلية والخارجية عموما ، سواء كانت أسطوانية (ثقب وعمود) أو غير ذلك.

اختيار رتب التفاوت ودرجات الانحراف :

إن اختيار رتب التفاوت ودرجات الانحراف للثقب والعمود ، تتوقف علي نوع التوافق المطلوب ، وبالتالي تبعا لعملية التشغيل التي ستجري ولتسهيل تحقيق ذلك بسرعة سنقدم فيما يلي رتب التفاوت ودرجات الانحراف الأساسية تبعا للنظام الدولي للتوافق I S A

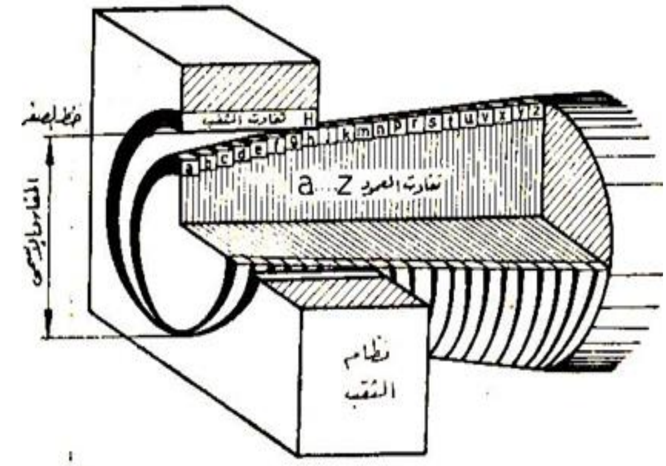
درجات الانحراف الأساسية

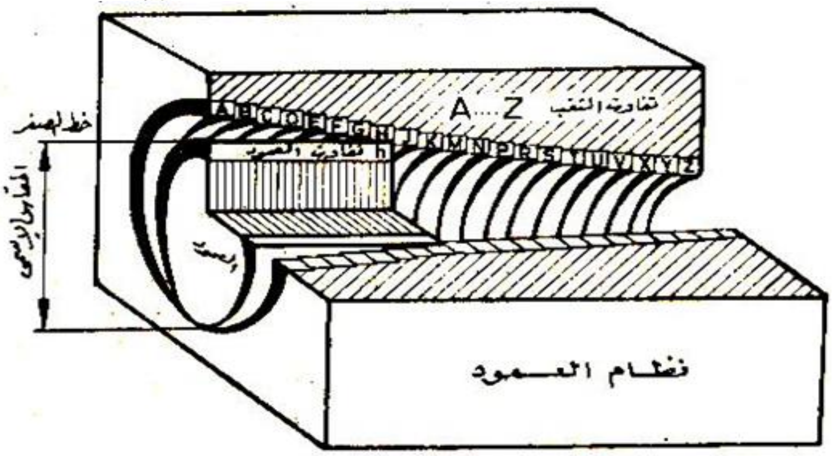
رمز الثقب	نوع الانحراف	رمز العمود	نوع الانحراف	نوع التوافق
A	(+) موجبًا	a	(—) سالبًا	توافقات خلوصية
B		b		
C		c		
D		d		
E		e		
F		f		
G		g		
H		h		
J	(±) موجبا وسالبا	j	(±) موجبا وسالبا	توافقات انتقالية
K		k		
M		m		
N		n		
P	(—) سالبًا	p	(+) موجبًا	توافقات تداخلية
R		r		
S		s		
T		t		
U		u		
V		v		
X		x		
Y		y		
Z		z		

رتب التفاوت

رتبة التفاوت	الاستعمال	طريقة تشطيب السطح
١	مقدار التفاوت دقيق وذلك لصناعة الضبعات ومحددات القياس	التوضيب والطحن العالى الدقة
٢		
٣		التجليخ والطحن والتلقيط العالى الدقة
٤		التلقيط العالى الدقة
٥		التجليخ الدقيق
٦	مقدار التفاوت متوسط وذلك للضبط والتركيب فى عمليات التوافق المختلفة	التجليخ والطحن الدقيق
٧		الخراطة العالية الدقة
٨		الخراطة بالزنب والخراطة التلقائية
٩		الخراطة بمخارط البرج ومخارط الاسطوانات الأفقية والرأسية
١٠		عمليات الكشط والتفريز
١١		الثقب والسحب الدقيق
١٢	مقدار التفاوت كبير وذلك للأبعاد الطولية والأشغال العادية بدون توافق	عمليات الخراطة الخشنة
١٣		عمليات درفلة المواسير
١٤		عملية صب القوالب
١٥		عمليات الكبس
١٦		صب الرمل والقطع باللهب

يلاحظ أنه كلما كبرت رتبة التفاوت كلما كانت قيمة نطاق التفاوت كبيرة .





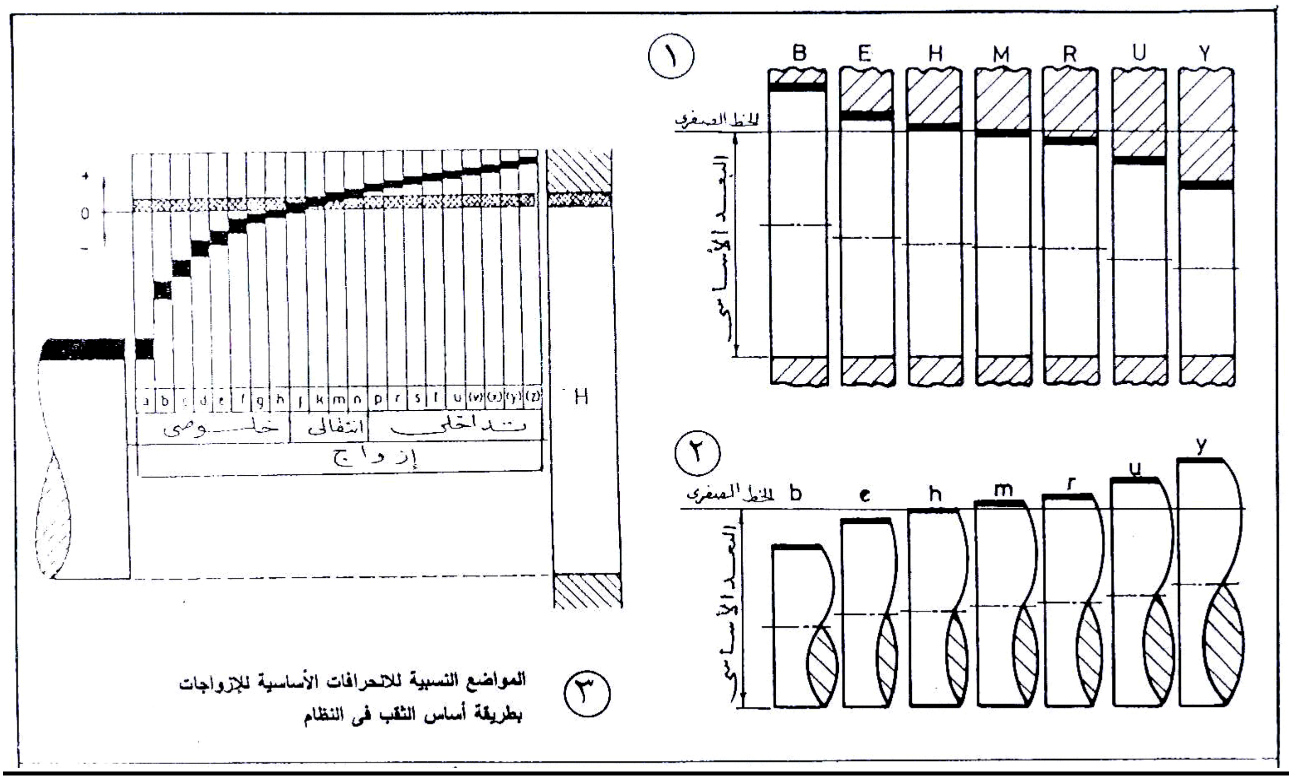
ولمزيد من التوضيح

الشكل التالى يوضح المواضع النسبية للانحرافات الأساسية للازواجات فى نظام أساس الثقب

ففي شكل (١) بعض الثقوب (البعد الاسمي) ومنها يلاحظ أن خلوص الثقب (B) اكبر من خلوص الثقب (E) والثقب (H) ينطبق حده الادني مع الخط الصفري ثم يبدأ التداخل مع الحرف (M) ثم يزداد التداخل تدريجياً ليصل إلي الثقب (Y) (الحروف الكبيرة ترمز للثقب) .

ويبين شكل (٢) هذا التدرج بالنسبة لبعض الأعمدة حيث يزداد القطر تدريجياً مع ترتيب الحروف الأبجدية الصغيرة التي ترمز للعمود.

وشكل (٣) يوضح جميع درجات الأزواج للأعمدة المتغيرة من (z-a) مع ثبوت الثقب (يعطي الرمز H كأساس) ومن ذلك يتضح أن الأحرف (من aحتىh) تعطي أزواجات خلوصية أما الأحرف (j , k , m , n) فتعطي ازواجات انتقالية أماالأحرف(من p حتىz) فتعطي ازواجات تداخليه.



بعض التوافقات (لنظام أساس الثقب) المستعملة فى الأغراض الهندسية العادية

بعض التوافقات (لنظام أساس الثقب) المستعملة في الأغراض الهندسية العادية

توافقات خلوصية

الثقب	العمود
H6	e7
	f6
	g5
H7	a9
	b8 / b9
	c8 / c9
	d8 / d9
	e8
	f7
	g6
H8	d10
	e9
	f8
H11	a11
	b11
	c11
	d11

توافقات إنتقالية

الثقب	العمود
H6	j5
	k5
	m5
	n5
H7	h6
	j6
	m6
	n6
H8	j7
	k7
	m7
	n7

توافقات تداخلية

الثقب	العمود
H6	n5
	p5
	r5
	s5
	t5
	u5
	v5
	x5
H7	p6
	r6
	s6
	t6
	u6
	v6
	x6
	y6
	z6
H8	s7
	t7
	u7
	v7
	x7
	y7
	z7

في هذه التوافقات يلاحظ أن رتب التفاوت للعمود تقل عن رتب التفاوت للثقب وذلك لسهولة الحصول على الدقة المطلوبة في إنتاج العمود عنها في الثقب.

وفى الحياة العملية ان تختار الازواجات التالية :

<u>أ) فى الازواجات الحره "الخلوص".Clearance fit</u>

وتستخدم فى كراسي المحاور المنزلقة – الدلائل – كراسي التحميل   h8/f8

ركبة الكرنك – لاقطار أقل من ٢٠٠مم

الجلب التى تستخدم كدلائل أو الصمامات   H7/g6

<u>ب) أزواج انتقال Transition . Fit</u>

جلب الدلائل فى المثبتات ذو الدليل – بنز المكبس   H7/h6

أو الدلائل ذات الاقطار الصغيرة – بنز الاحكام

جلب كراسي المحاور فى قاعدتها   H7/J6

جلب الكراسي المنزلقة فى قاعدتها   H7/n6

<u>ج) أزواج متداخل "الشحط" Interference fit</u>

بنز التثبيت فى مجرى العمود   H7/p6

تستخدم للأربطة   H7/r6

تستخدم فى تركيب الطارات الخارجية لعجلات السكك الحديدية

ويتم التركيب بواسطة عملية التسخين H7/s6

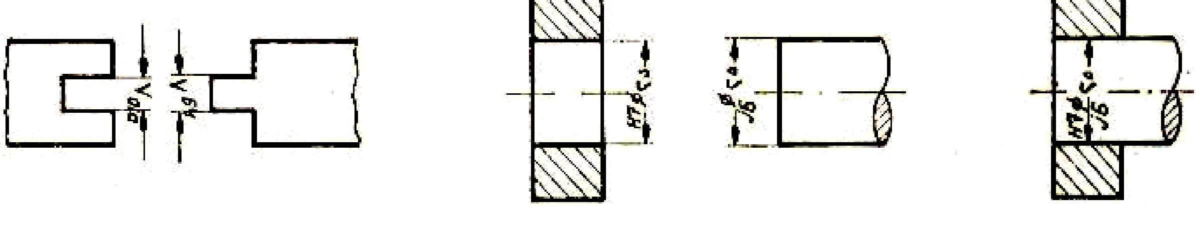
<u>طريقة كتابة رتب التفاوت ودرجات الانحراف على الرسم :</u>

١- يكتب رمز الانحراف يليه رتبة التفاوت خلف البعد الاسمي مباشرة.

٢- إذا كان رمز الانحراف للثقب فيكتب الرمز ورتبة التفاوت خلف البعد الاسمي أعلا خط البعد.

٣- إذا كان رمز الانحراف للعمود فيكتب الرمز ورتبة التفاوت خلف البعد الاسمي أسفل خط البعد.

٤- إذا كان الرسم لجزئيين منفصلين فإن البعد ورمز الانحراف ورتبة التفاوت يكتب لكل جزء علي حدة أما إذا كان الرسم مجمعاً فيكتب البعد الاسمي علي نفس خط البعد علي أن يوضع رمز انحراف الثقب خلف البعد الاسمي أعلى خط البعد ويوضع رمز انحراف العمود خلف البعد الاسمي أسفل خط البعد.



<u>جدول التجاوزات للازواجات المختلفة (الثقب كأساس) :</u>

الجدول علي الصفحات التالية يبين تجاوزات بعض أنواع الازواجات باستعمال الثقب كأساس في نظام(I S A) كذلك يوضح الجدول رتب حدود التفاوت لكل من الأعمدة والثقوب مقدرة بأجزاء تساوي ٠،٠٠١ من المليمتر (اي واحد ميكرون) للاقطار التي تقع بين (١مم الي ٤٠٠مم)

يلاحظ في الجدول ان الرقم الموضح بجانب رمز رتبة العمود او الثقب كلما كان صغيراً كان نوع الازواج دقيقاً (اي ان التجاوز اقل مع الارقم الاصغر)

فمثلا الرقم والرتبة (H7) للثقب يدل علي ان هذا الثقب يستعمل في ازواجات ادق من الازواجات التي تستعمل مع الرقم والرتبة (H8) وهكذا .

كذلك الرقم والرتبة (f7)للعمود يدل علي ان هذا العمود يستعمل في ازواجات ادق من الازواجات التي تستعمل مع الرقم والرتبة (f8) وهكذا ولاستخدام هذه الجداول نضرب الامثلة التالية :

<u>مثال (١) :</u>

اوجد عناصر الازواج للتركيبة $\varnothing 70 \frac{H7}{e8}$ وذلك بإستخدام جداول الازواج والتجاوزات .

هذه التركيبة خلوصية (H , e) قطرها الاسمي ٧٠ ملليمتر ودرجة الدقة للثقب (7) وللعمود (8)

التفاوت للثقب $\varnothing 70^{H7}$ من الجدول = $\varnothing 70^{+30}_{0}$

∴ القطر الأكبر للثقب (الحد الأعلي) = ٧٠،٠٣٠ ملليمتر

والقطر الأصغر للثقب (الحد الأدني) = ٧٠،٠٠ ملليمتر.

ويكون التجاوز في الثقب = ٠،٠٣٠ ملليمتر .

وكذلك التفاوت بالنسبة للعمود $\varnothing 70^{e8}$ من الجدول = $\varnothing 70^{-60}_{-106}$

ويكون القطر الاكبر للعمود (الحد الاعلي) = ٧٠ – ٠،٠٦٠ = ٦٩،٩٤٠ملليمتر .

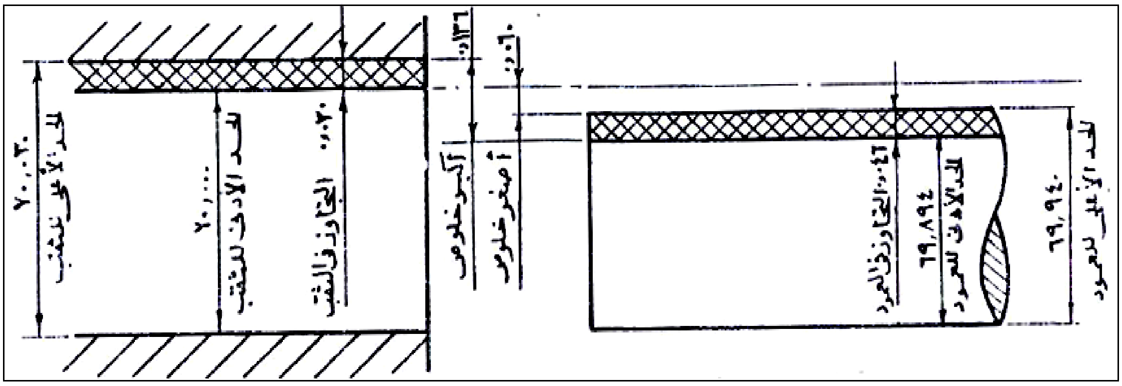
والقطر الاصغر للعمود (الحد الادني) = ٧٠-٠،١٠٦ = ٦٩،٨٩٤ملليمتر.

والتجاوز في العمود = ٠،١٠٦ – ٠،٠٦٠ = ٠،٠٤٦ ملليمتر.

ويكون اصغر خلوص = ٧٠،٠٠ – ٦٩،٩٤٠ = ٠،٠٦٠

ويكون اكبر خلوص = ٧٠،٠٣٠ – ٦٩،٨٩٤ = ٠،١٣٦

ويبين الشكل رسما توضيحياً لهذه التركيبة .



مثال (٢)

اوجد عناصر التركيبة $\varnothing 110 \frac{H8}{s7}$ مع الرسم التوضيحي

هذه التركيبة تداخلية (H, s) قطرها الاسمي ١١٠ ملليمتر ودرجة الدقة للثقب (8) وللعمود (7)

الحدود للثقب $\varnothing 110^{H8}$ من الجدول = $\varnothing 110^{+45}_{0}$

∴ القطر الأكبر للثقب (الحد الأعلي) = ١١٠،٠٥٤ ملليمتر

القطر الأصغر للثقب (الحد الأدني) = ١١٠،٠٠٠ملليمتر.

ويكون التجاوز في الثقب = ٠،٠٥٤ملليمتر .

وكذلك الحدود بالنسبة للعمود $\varnothing 110^{s7}$ من الجدول = $\varnothing 110^{+166}_{+079}$

ويكون القطر الاكبر للعمود (الحد الاعلي) = ١١٠+ ٠،١٦٦= ١١٠،١١٦ملليمتر

والقطر الاصغر للعمود (الحد الادني) = ١١٠+ ٠،٧٩ = ١١٠،٠٧٩ ملليمتر.

والتجاوز في العمود = ٠،١١٦- ٠،٠٧٩ = ٠،٠٣٧ ملليمتر.

ويكون اصغر تداخل = ١١٠،٠٧٩ – ١١٠،٠٥٤ = ٠،٠٢٥ملليمتر.

واكبر تداخل = ١١٠،١١٦ – ١١٠،٠٠٠= ٠،١١٦ ملليمتر

ويبين الشكل رسما توضيحا لهذه التركيبة .

تشطيب وتنعيم الأسطح (Surface Finishing)

تعرف عملية تنعيم السطوح بأنها مجموعة العمليات الجارية على سطح المادة أو المعدن لجعل هذا السطح مصقولاً قدر الإمكان وذلك باستخدام عدد من آلات التشغيل المختلفة.
إن مدى انحراف الشكل الفعلي لسطح القطعة المعدنية عن الشكل المثالي يعتمد على دقة تشغيل سطح هذه القطعة وعلى دقة أجهزة القياس المستخدمة ودقة آلات التشغيل.

طرق تشطيب وتنعيم السطوح

تنتج المشغولات الهندسية بوساطة عمليات تشغيل مختلفة، وتختلف درجة تنعيم سطح هذه المشغولات تبعاً لنوع العملية والآلات المستخدمة فيها.
فالعمليات الخشنة مثل السباكة تعطي سطوحاً هندسية خشنة، أما عمليات الصقل والتجليخ والتلميع الدقيق فتعطي سطوحاً أكثر دقة وأقل خشونة.
وتجدر الإشارة إلى ضرورة وضع تكاليف عمليات التشغيل بالحسبان، فالعمليات الخشنة تتطلب تكاليف أقل بكثير من العمليات الدقيقة.

١ ـ التنعيم السطحي:

إجراء عمليات صقل وتجليخ وتلميع للسطح المستوي. ويمكن أن تتم عملية التنعيم السطحي للقطعة المعدنية المراد تشغيلها على عدة مراحل:

- تنعيم عادي: وذلك بإزالة آثار عمليات التشغيل السابقة التي أجريت على القطعة المشغلة.
- تنعيم دقيق: وذلك بإجراء عدة عمليات تجليخ وصقل وتلميع حتى الوصول إلى درجة التنعيم المطلوبة.

ويشار إلى أن عملية سحب الغبار الناتج عن عمليات التنعيم يمكن أن تتم مع استخدام وسيط تبريد سائل مثل الزيت، بهدف التخلص من الحرارة الزائدة والحصول على سطح أكثر دقة.

٢ ـ التنعيم الأسطواني:

تحتاج الصناعة الحديثة إلى درجات كبيرة من الدقة للقطع المشغلة. وتشغل السطوح الأسطوانية مساحة كبيرة في عالم الآلات الدقيقة.
ومن الممكن إنتاج سطوح أسطوانية على نوعين: داخلية وخارجية.

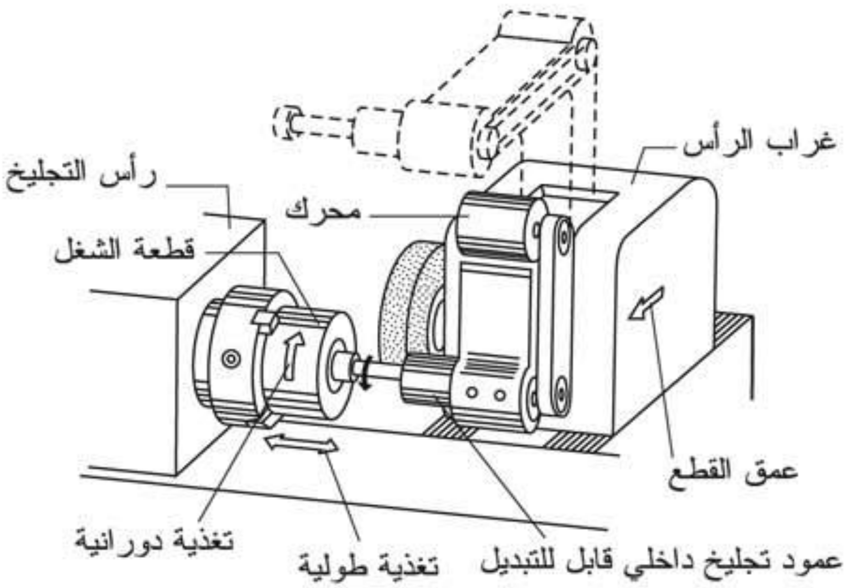
أ ـ السطوح الخارجية

وتنعّم هذه السطوح بوساطة أقراص تجليخ ذات درجات متنوعة من الخشونة، بحسب نوع السطح المطلوب إنتاجه ودقته، وفي هذه الحالة من الممكن تصنيف حركة قرص التجليخ بالنسبة لحركة القطعة أو السطح المشغّل في حركة طولية باتجاه المحور X وحركة قطرية باتجاه المحور Y.

ب ـ السطوح الداخلية: يختلف تنعيم السطوح

الداخلية عن الخارجية من حيث التجهيزات والعدد اللازمة. فتنعيم السطوح الداخلية يعد عملية أصعب وأدق، ويتطلب آلات تشغيل أكثر تعقيداً.

آلات التشغيل الدقيقة



الشكل (١) آلة التنعيم بوساطة التجليخ «التنعيم الأسطواني»

تعد عمليات تنعيم السطوح الهندسية من أدق عمليات التشغيل، وتحتاج إلى آلات تشغيل ذات دقة أداء عالية، كما يتطلب الأمر وجود أجهزة قياس دقيقة بهدف التحقق من جودة السطوح المنتجة ومدى مطابقتها للمواصفات الفنية أو القياسية.

١- التنعيم بوساطة أقراص

التجليخ:

يتصف قرص التجليخ بدرجة صلابة. وحجم الحبيبات المكون لسطح القرص ونوع هذه الحبيبات. وتأخذ أقراص التجليخ رموزاً يستدل بوساطتها على نوع القرص ومدى ملاءمته للغرض المطلوب

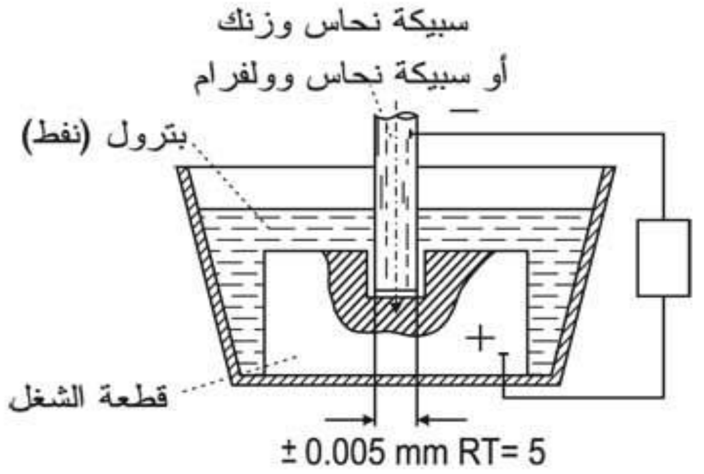
تطورت آلات التجليخ بعد ظهور البرامج الحاسوبية لأتمتة عمل هذه الآلات فصارت هذه الآلات مبرمجة واختصاصية.

٢ ـ التنعيم بوساطة آلات القطع: مثل المخارط والفاريز والمثاقب الدقيقة.

ويجب أن تتمتع هذه الآلات بمقاومة عالية للاهتزازات وعمليات قطع سلسة وعمق متجانس ودرجة وثوقية عالية. ومن آلات القطع المستخدمة للتنعيم آلات الخراطة الدقيقة.

٣ ـ التنعيم بوساطة آلات خاصة:

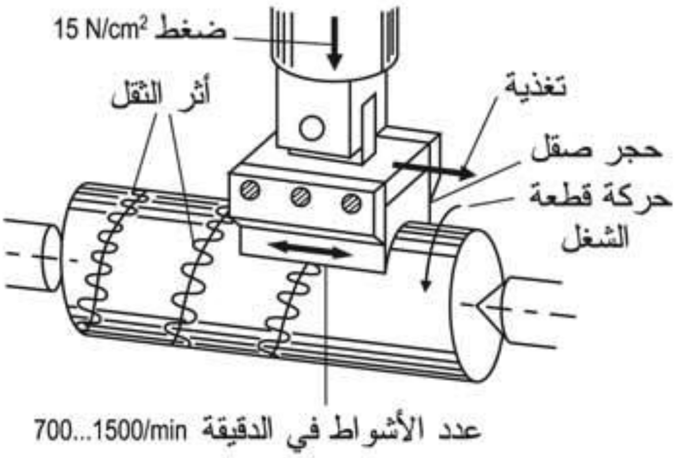
هناك سطوح ذات درجات دقة عالية جداً لا يمكن الوصول إليها ألا بأجهزة تنعيم خاصة وطرائق خاصة، مثل طريقة التشغيل بالترددات فوق الصوتية، بجعل كمية من الحبيبات الصلبة جداً والدقيقة تهتز حول السطح المراد تنعيمه بترددات معينة. كما يمكن استخدام نبضات تيار عبر سائل مثل النفط لتقفز شرارة على السطح المراد تنعيمه، هذه الشرارة الكهربائية تنتزع جزءاً من السطح (الشكل ـ ٢).



الشكل (٢)
طريقة التنعيم
بوساطة الشرارة الكهربائية باستخدام سائل

٤ ـ التنعيم بوساطة الصقل الاهتزازي:

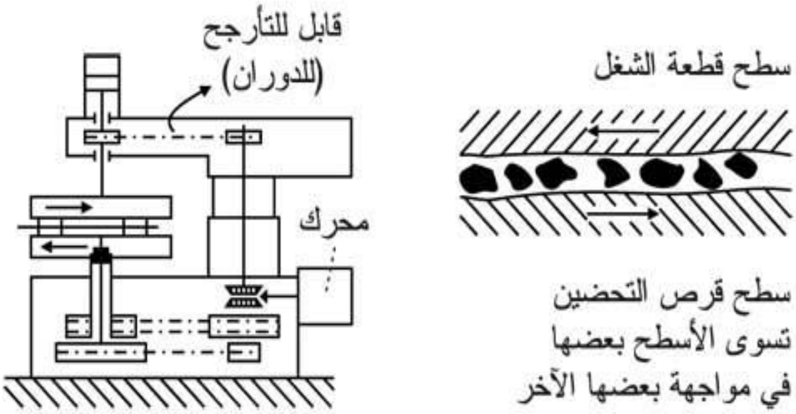
يصقل السطح المراد تنعيمه بإضافة اهتزاز لحجر الصقل (التنعيم النهائي للقطعة) (الشكل ـ ٣).



الشكل (٣) التنعيم بوساطة الصقل الاحترازي

٥ ـ التنعيم بوساطة حبيبات صلبة:

تستعمل هذه الطريقة للأسطح المستوية بهدف تحسين جودة السطح وزيادة درجة الدقة. فتوضع حبيبات صلبة جداً وصغيرة على السطح المراد تنعيمه، ويستخدم سطح آخر لضغط هذه الحبيبات والتحريك بجميع الاتجاهات كما هو واضح في (الشكل -٤).



الشكل (٤) طريقة التنعيم بوساطة الحبيبات الصلبة

تأثير درجة تنعيم السطوح على مقاومة القطعة المشغلة

لا تقتصر درجة تنعيم السطح المطلوب إنتاجه على جودة هذا السطح وملمسه الناعم فحسب بل هناك ميزات لهذه النعومة تتجلى في النقاط الآتية:

ـ تتركز الإجهادات في النتوءات المكروية للسطوح المتلامسة مما يؤدي إلى سحق هذه النتوءات، ومن ثم زيادة خشونة الأسطح المتحاكة ، لذلك يؤدي تنعيم السطح إلى زيادة مقاومة الاحتكاك وزيادة عمر القطعة المستخدمة في الجهاز، ومن ثم زيادة عمر الجهاز.

تؤثر درجة التنعيم تأثيراً حاسماً في مقاومة التعب للمعدن، فكلما كان سطح القطعة المشغّلة أدق كانت كمقاومة هذه القطعة الإجهادات المتكررة أكبر.

ـ إن السطح الخشن هو سبب رئيس لحدوث الصدأ وضعف مقاومة القطعة ميكانيكياً.

ـ تؤدي درجة التنعيم دوراً مهماً في الأسطح المزاوجة، مثل المحاور التي تدور ضمن أساور، فالنتوءات الملتوية في هذه الحالة تنكسر لدى احتكاك السطوح بعضها ببعض مما يؤدي إلى تشوه السطح المتزاوج وتخفيض جودة الأداء.

طرق حساب وتقييم درجة التنعيم :

تحدد المنظمة الدولية للتقييس ثلاث طرائق رئيسة لتقديم درجة تنعيم السطوح الهندسية بحسب الآيزو ISO.

١ـ طريقة المتوسط الحسابي للانحرافات:

تعتمد هذه الطرقة على إيجاد الارتفاع المتوسط، ونسميه Ra لتكون مساحة الانخفاضات والارتفاعات حول الخط المتوسط متساوية.

٢ ـ طريقة النقاط العشر للتعرجات:

تعتمد هذه الطريقة على أخذ الفرق بين أعلى عشر قمم وأخفض عن الارتفاع المتوسط للنتوءات المكروية للسطح، ويرمز للارتفاع المحسوب بهذه الطريقة بـ Rz.

وتعد هذه الطريقة سهلة وبسيطة، وهي الأكثر استخداماً في الدول الصناعية المتقدمة.

٣ ـ طريقة الارتفاع العظمي للتعرجات:

وتعتمد على أخذ المسافة الفاصلة بين أعلى قمة وأخفض أخدود على سطح المشغل، فتؤخذ عينة بطول كافٍ مقداره يحوي عدداً متوسطاً من التعرجات، ثم يُرسم خط يسم أعلى قمة لهذه التعرجات وخط آخر يسم أخفض أخدود، ويرمز للمسافة بينهما R max.

ويُتخذ هذا الارتفاع أساساً لتقييم درجة تنعيم السطح المشغل.

وهناك أنظمة كثيرة لتقويم درجة تنعيم السطوح من أهمها نظام DIN الألماني، والنظام الروسي، ولكن يعد النظام الدولي الآيزو أكثر شيوعاً واستخداماً.

أجهزة قياس درجات النعومة

هناك أجهزة متنوعة تستخدم أساليب قياس مختلفة لتحديد درجة نعومة السطح المنتج، ومن دون هذه الأجهزة لا يمكن تحديد جودة السطوح المشغلة وصلاحيتها تحديداً دقيقاً.

١ ـ الأجهزة الإلكترونية:

تعتمد هذه الأجهزة على إبر قياس حساسة جداً تمرر فوق السطح المراد اختباره، وتتحول اهتزازات هذه الإبرة نتيجة مرورها على السطح إلى إشارات كهربائية يمكن إخراجها على شاشة الحاسوب.

٢ـ الأجهزة الضوئية:

ومن أهمها أجهزة الإسقاط الضوئي، وأجهزة الإبصار المضاعف. ويعتمد مبدأ الأخير على إسقاط شعاع ضوئي على السطح المختبر وانعكاس هذا الشعاع ليمر عبر عدسات مجهر ليكبر صورة السطح الناتجة عدداً من المرات.

٣ ـ الأجهزة الميكانيكية:

ويعتمد مبدأ عمل هذه الأجهزة على وجود إبرة قياس تمرر فوق السطح المختبر. وتكبر الإشارة الميكانيكية وترسم صورة لهذا السطح على ورق ميليمتري.

علامات التشغيل :

تختلف درجة تشطيب السطح تبعاً للغرض المستخدم لإجله هذا السطح – فالنعمومة تؤدي الي تقليل الاحتكاك بين الاسطح المنزلقة ولكن ذلك يرفع ثمن المنتج .

لذا يجب توضيح دجة تشطيب الاسطح بالرسم التنفيذي بدقة وعدم الاسراف في تنعيم الاسطح الغير متماسة حتي لا تزيد تكاليف الانتاج وذلك باستخدام علامات مميزة توضع علي الاسطح المختلفة لتوضيح درجة النعمومة المطلوبة .

وتوجد طريقتان لتوصيف درجة النعومة وجودة التطشيب لاسطح المشغولات وهي:

الطريقة الاولي : وفيها توضع علي السطح المطلوب تشغيله علامة تشغيل عبارة عن العلامة (~) أو مثلثات متساوية الأضلاع متجاورة (∇∇∇) بحيث تمس رؤوسها السطح المحدد وبحيث يزداد عدد هذه المثلثات بزيادة درجة جودة التشطيب .

الطريقة الثانية : وضع العلامة (√) بحيث تكون زاوية رأسها ٦٠° ويكتب فوق هذه العلامة رقم يدل علي متوسط رقم خشونة هذا السطح – وهذه الطريقة ادق من السابقة حيث تعطي تقسيما اشمل واوسع للاسطح المختلفة .

والجدول (٢): يوضح العلاقة بين العلامات الاولي وعلامات رقم الخشونة كما يوضح المواصفات للاسطح التي تسخدم لها تلك العلامات – ثم أوجه الاستعمال لكل منها .

كما يوضح الشكل (٥) بعض الأمثلة لاستخدام ورسم علامات التشغيل المختلفة .

ففي (شكل ١) يوضح استخدام علامات التشغيل العادية وعندما تكون معظم الاسطح متشابهة في علامة التشغيل فيفضل استخدام الطريقة الموضحة في (شكل ٢) حيث الغيت العلامة المكررة (∇∇) من علي الاسطح

واكتفي بالعلامة (∇∇∇) ثم أشير الي ذلك في اعلي الرسم ومعني ذلك أن جميع الاسطح درجة تشغيلها (∇∇) ما عدا الاسطح المشار اليها بالعلامة (∇∇∇) .

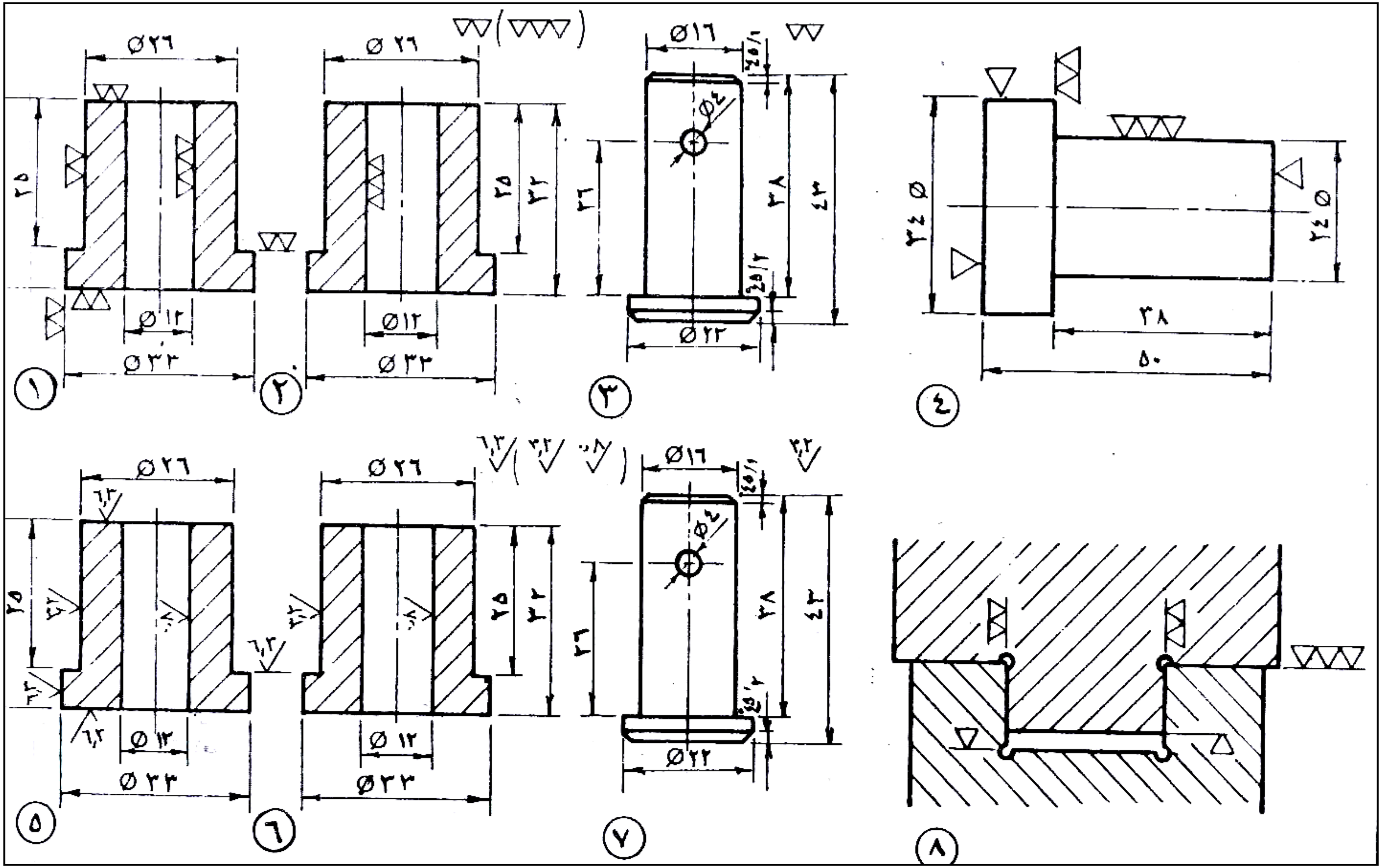
وفي (شكلي ٥ ، ٦) نفس الرسم ولكن باستخدام علامة متوسط رقم الخشونة والاختلاف بين (شكلي ٥ ، ٦) هو نفس الاختلاف بين (شكلي ١ , ٢)

اما (شكل ٣) فيوضح طريقة وضع العلامة حينما تكون جميع الاسطح مشتركة في تلك العلامة وهي هنا العلامة (∇∇) .

(وشكل ٧) يوضح نفس الرسم ولكن باستخدام علامة متوسط رقم الخشونة.

(وشكل ٤ ، ٨) يوضح طريقة وضع علامة التشغيل بالنسبة للاسطح المختلفة.

الشكل (٥) بعض الأمثلة لاستخدام ورسم علامات التشغيل المختلفة

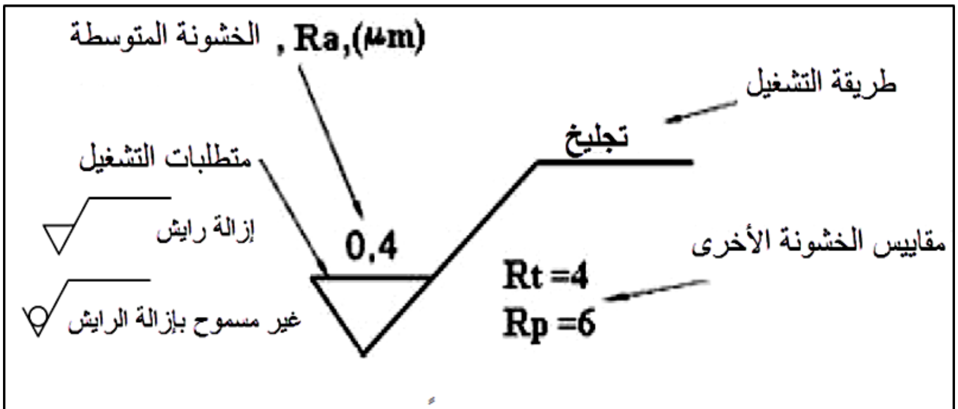


جدول علامات التشغيل

علامات التشغيل العادية	متوسط رقم الخشونة	علامة تشغيل مع رقم الخشونة		المواصفات	أوجه الاستعمال
ــــ	ــــ	ــــ	ــــ	ترك السطح بدون علامات معناه أن هذا السطح علي حالته بعد التشكيل بالسباكة أو الحدادة أو القطع بالمنشار أو اللحام أو الثقب بدون أي تشغيل إضافي .	سطوح عادية بدون تشغيل مثل السلاسل والمسامير السوداء وأسطح المسبوكات.
≃	ــــ	ــــ	ــــ	وجود العلامة التقريبية المبينة علي السطح تدل علي إزالة الرايش بالسنفرة أو المبرد أو الجلخ اليدوي أو رش المسبوكات بالرمل.	أسطح المسبوكات كفرش المخرطة وهياكل الماكينات
∇	25- 100	100√ 50√ 25√	50-100 25-50 12,5-25	وجود مثلث واحد يدل علي أسطح تم عليها عمليات تشغيل مبدئية بالمقشطة أو الدشلكة أو البرادة لإزالة جزء من السطح لزيادة نعومته ولكن السطح يكون خشناً مع ظهور بعض الخطوط علي السطح ناتجة عن عملية التشغيل – ويمكن إدراك آثار علامات عدة القطع باللمس أو بالعين المجردة .	اسطح مفردة غير متماسة ذات تشغيل عادي كنهاية الأعمدة وقد تستعمل في التركيبات البسيطة التي لا تحتاج الي درجة كبيرة من الدقة او النعومة كتثبيت قواعد الماكينات والالات.
∇∇	1,6-12,5	12,5√ 6,3√ 2,2√	6,3-12,5 3,2-6,3 1,6-3,2	وجود مثلثين يدل علي أسطح أنعم من السابقة ونحصل عليها بواسطة المقاشط أو المخارط أو أحجار الجلخ الخشنة ويمكن رؤية الخطوط الناتجة من عمليات التشغيل بالعين المجردة ولكنها أقل وضوحاً مما سبق.	أسطح مستوية أقل من الممتازة ويمكن استعمالها في التركيبات (الازواجات) التي لا تحتاج الي دقة عالية أو الاسطح الملامسة للجوانات .
∇∇∇	0,2-1,6	1,6√ 0,8√ 0,4√	0,8-1,6 0,4-0,8 0,2-0,4	وجود ثلاثة مثلثات علي السطح يدل علي استعمال نفس العمليات السابقة ولكن بصورة أدق كاستعمال الخراطة الدقيقة وأحجار الجلخ الناعمة وإجراء عمليات الصقل ونري خطوط التشغيل بمنتهي الصعوبة.	اسطح مستوية ممتازة مثل اسطح الاسطوانات الناتجة عن عمليات الخراطة ثم التجليخ وكراسي الانزلاق عالية السرعة والاسطح المنزلقة الدقيقة
∇∇∇∇	00-0,2	0,2√ 0,1√ 0,05√	0,1-0,2 0,05-0,1 0,0-0,05	وجود اربعة مثلثات علي السطح يدل علي أنه سطح قياسي اي في منتهي النعومة ونحصل عليه بواسطة أجهزة في منتهي الدقة وفي هذه الاسطح لا يمكن رؤية الخطوط الناتجة من عمليات التشغيل بالعين المجردة .	اسطح قياسية ممتازة تستعمل في اجهزة القياس الدقيقة كالميكرومترات وضبعات القياس والمحددات .

رموز تشطيب الأسطح في الرسومات التنفيذية:

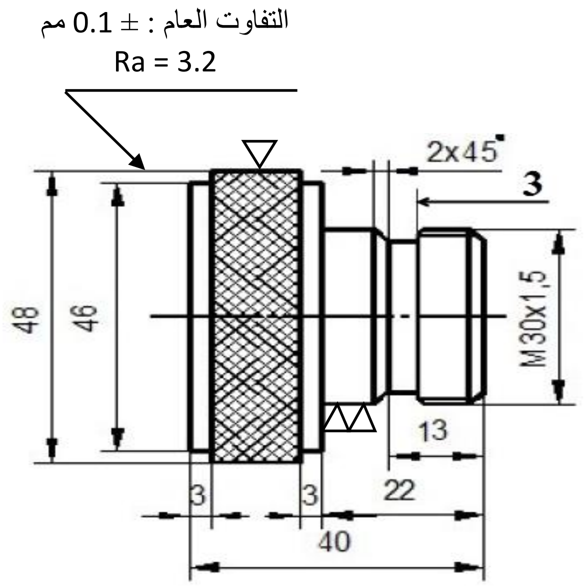
من المعروف أن الرسومات التنفيذية تحتوي على رموز ومصطلحات لتمييز الأبعاد والأقطار الخارجية والداخلية وعمليات التصنيع المختلفة التي تتم على الجزء المرسوم بالإضافة لذلك توجد رموز ومصطلحات تمييز الدرجات المختلفة لخشونة الأسطح وقد أصدرت منظمة التوحيد القياسي *ISO* مواصفة تحتوي على مصطلحات وعلامات خاصة تشير إلى مقاييس الخشونة وجودة السطح وأسلوب الإنتاج والشكل التالي يوضح مثال على هذه الرموز:

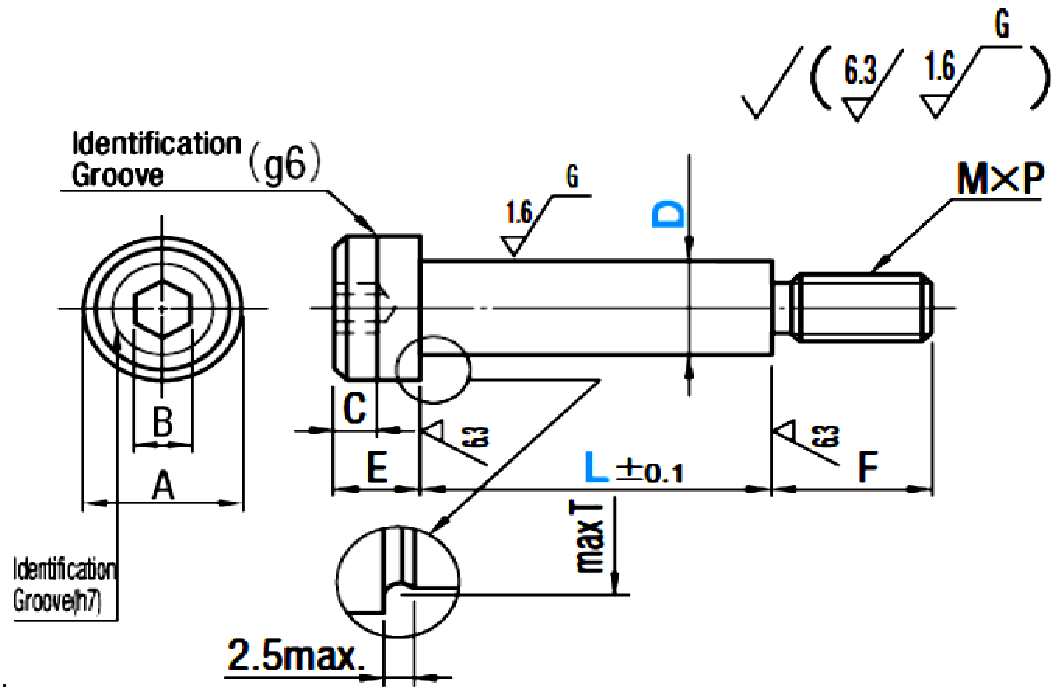


رموز تشطيب السطح طبقاً لمواصفة ISO.

- Ra μm وهى وحدة قياس تعريج السطح مقدراً بالميكرون $\frac{1}{1000}$ مم.
- Ra μinch وهى وحدة قياس تعريج السطح مقدراً بالميكرو إنش $\frac{1}{1000}$ بوصة.

والشكل التالى يوضح رسم تشغيلى لجزء يتم تشغيله بالخراطة موضح عليه علامات التشطيب للأسطح





Enlarge

Type	D Tolerance	Material	Hardness	Strength Class
GMSB	g6	SCM435	33~38HRC	10.9
SGMSB		SUSXM7	-	A2-50
MSBH	h7	SCM435	33~38HRC	10.9
SHMSB		SUSXM7	-	A2-50

الباب السادس:

دقة وأخطاء القياس

دقـة القياس

الدقة هي مطابقة القراءة المأخوذة على الجهاز بالقيمة الحقيقية للبعد المقاس والفرق بينهما إن وجد يعرف على أنه الخطأ في المقاس.

ودقة أداة القياس يمكن تحديدها بعدد طرق

دقة نقطة Point accuracy

وتعني الدقة عند نقطة أو نقط محددة وأفضل تطبيق على ذلك أجهزة قياس درجات الحرارة حيث نقاط معينة أكثر أهمية مثل نقطة الانصهار أو التجمد.

النسبة المئوية للقيمة الحقيقة Percentage of true value

الدقة (أو الخطأ) = ١٠٠ * ((القيمة المقاسة – القيمة الحقيقة) / القيمة الحقيقية) %

Error = 100*((measured value – true value)/true value) %

النسبة المئوية لانحراف كل التدريج Percentage of full-scale deflection (f.s.d.)

الدقة (أو الخطأ) = ١٠٠ * ((القيمة المقاسة – القيمة الحقيقة) / أقصى قيمة للتدريج).%

Error = 100*((measured value – true value)/max. scale value) %

الدقة الكلية Complete accuracy

هذه الدقة عند كل نقاط التدريج وتحدد في جداول أول في شكل بياني.

الثبات أو الاستقرار (أو الاستشعار) Resolution

هو اقل تغير في الإشارة الداخلة يستشعرها أو يكشف عنها الجهاز.

في أي عملية قياس يجب اختيار الأجهزة بحيث يكون استشعارها Resolution مرتبط بمدى الدقة المطلوبة في قياس الجزء المراد قياسه، فمثلا إذا كانت الدقة المطلوبة هي ٠١, مم عند قياس عمود أسطواني فمن الممكن استخدام الميكروميتر العادي أما إذا كانت الدقة المطلوبة في القياس هي ٠٠١, مم (١ ميكرون) فان استخدام مثل هذا الميكروميتر لا يفي بالغرض المطلوب ولذلك وجب استخدام أجهزة أخرى بحيث يمكن قياس الكسر العشري التالي للدقة المطلوبة عليها (أي يمكن قراءة حتى ٠٠٠٥, مم) والعكس أيضا صحيح فلا يجب استخدام جهاز ذو ثبات Resolution عالي جدا في قياس الأبعاد غير المطلوب فيها دقة عالية.

الانضباطية أو التكرارية Precision or repeatability

الانضباطية هي تكرارية القراءات بنفس القيمة وبنفس الجهاز

أي إذا أخذت عدة قراءات لنفس البعد وكانت القراءات متماثلة تماما فانه يقال إن الجهاز المستعمل مضبوط.

دائماً يحدث خلط وتشويش بين الانضباطية والدقة.

الحساسية Sensitivity

تأخذ كمتوسط للعلاقة بين الإشارة الداخلة للجهاز وخرج الجهاز (إلى أي مدى استشعر الجهاز الإشارة الداخلة)

Sensitivity = change in output / change in input signals

الحساسية = التغير في خرج الجهاز / التغير في الإشارة الداخلة.

الحساسية ذات أهمية وكلما كانت حساسية الجهاز عالية كلما كان أفضل.

التكبير

كل جهاز قياس يفضل أن يكون ذو حساسية عالية بحيث يستشعر قيم المتغيرات المقاس حتى ولو كانت صغيرة لذلك ولزيادة الحساسية تزود الأجهزة بوسيلة تكبير للإشارة الداخلة ويمكن تقسيم وسائل التكبير المستخدمة إلى أربعة أنواع:

- ميكانيكية وفيها يكون التكبير باستخدام أذرع أو تروس.
- كهربية وفيها يتم التكبير من خلال أحد العناصر الكهربية مثل شدة التيار أو الفولت.
- ضوئية وفيها يتم التكبير باستخدام المرايا أو العدسات.
- هوائية وفيها يتم التكبير باستخدام ضغط الهواء أو معدل تصرف الهواء.

دقة عملية القياس

تتم عملية القياس باستخدام أجهزة وأدوات خاصة مهيأة لأغراض القياس، وتسمح بتحديد قيمة الكمية المقاس بقيمة عددية بالنسبة لوحدة قياس معلومة، وتحتوي نتيجة عملية القياس على ثلاثة معلومات أساسية وهي:

١. القيمة العددية:

هي القيمة التي من خلالها يحدد وصف الكمية أو البعد أو الخاصية المقاسة.

٢. وحدة القياس:

يجب أن تناسب وحدة القياس طبيعة الكمية المقاسة وأن تتبع نظام وحدات القياس الدولي.

٣. نسبة الخطأ:

مما لا شك فيه أن كل عملية قياس يوجد بها نسبة خطأ معينة تعود لأسباب تتعلق بـ:

- كفاءة جهاز القياس المستخدم.
- قدرة ومهارة القائم بالقياس.
- طريقة وظروف عملية القياس.

أخطاء القيـــاس

يمكن تقسيم أخطاء القياس إلي نوعين رئيسيين كالتالى:

أنواع اخطاء القياس

١. الأخطاء العشوائية
٢. الأخطاء النظامية

الخطأ العشوائـــى Random error

هذا الخطأ يحدث بطريقة عشوائية لا يمكن التكهن بها ومن الصعب استنباطه.ولا يخضع لأية علاقات قانونية معروفة ويظهر نتيجة تأثير عوامل عفوية فى عملية القياس مثل إهتزاز الجهاز أو تأثير المجالات المغناطيسية الخارجية أو التغيرات الفسيولوجية فى حواس القائم بالقياس ، ويتم الكشف عنها عن طريق تكرار قياس كمية ما بجهاز القياس نفسه وفى الظروف نفسها ، ثم تعيين الحدود التى يقع ضمنها الخطأ العشوائى وتسمى هذه الحدود بالحدود الحدية (Limiting errors) ويكون إحتمال وقوعه ضمن هذه الحدود معروفا .

فعند إجراء القياسات الدقيقة تحدث دائما أخطاء غير متوقعة كالتغير فى القيمة المطلقة للمقاس أوالإشارة عند إجراء عدد كبير من القياسات التى تجرى تحت شروط مماثلة للكمية نفسها , أى إذا ما كررنا قياسا دقيقا عددا كبيرا من المرات على مشغولة تحت الشروط البيئية نفسها للقياس وإتباع نفس طريقة القياس وإستخدام الجهاز نفسه من قبل القائم بالقياس ، فإن نتائج القياس تختلف دائما عن بعضها ضمن حدود القياس وتتشتت حول القيمة الحقيقية للكمية المقاسة

ولهذا السبب فى إنه مهما زادت قيمة الضبط والعناية المبذولة لتنفيذ القياس فإن هذا القياس لا يمكن أن يعطى القيمة الصحيحة للكمية المراد قياسها

مصادر الأخطاء العشوائية :

إن الأسباب الرئيسية لحدوث الأخطاء العشوائية تنتج عن متغيرات لا يمكن حصرها ، وكلما تطورت تقنيات القياس برزت أسباب ومصادر جديدة لمثل هذه المتغيرات ، ولكن الأسباب الرئيسية لهذه الأخطاء تتمثل فى:

١. التغيرات الناتجة عن مصادر الأهتزازت المختلفة
٢. التغيرات أو الإزاحات الصغيرة فى وضعية جهاز القياس
٣. أية تغيرات مهما كانت بسيطه فى الشروط البيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية
٤. تغيرات ناتجة عن مكان وجود جهاز القياس والمشغولة التى تتم قياسها
٥. تغيرات إضافية ذات مصادر مختلفة مثل الأحتكاك بين أجزاء جهاز القياس والشغلة
٦. تغيرات تنتج عن القائم بالقياس نفسه

الخطأ النظامى (الرتيبـــى) Systematic error

هى تلك الأخطاء التى تتخذ دائما نفس القيم عند إستخدام نفس طرق القياس تحت الشروط البيئية نفسها (درجة الحرارة ونسبة الرطوبة والضغط الجوى فى الوسط المحيط بجهاز القياس ، وأهمها درجة الحرارة حيث أن كلا من المشغولة وأداة القياس تتأثر بأى تغير فى درجة الحرارة) وللكمية المقاسة نفسها .

ومن اسبابه الرئيسيه خطأ فى معايرة الجهاز المستخدم مثلا أو وجود عيب بمجسات القياس و غيرها ويمكن التخلص من مثل هذه الأخطاء فى نتيجة القياس بطريق الحساب

يجب ملاحظة أن هذا النوع من الأخطاء ليس من السهل اكتشافه عند تكرار عملية القياس .

مصادر الاخطاء وتصحيحها

هناك أخطاء فى القياس يمكن تصحيحــها ومن أهمها :-

تأثير درجات الحرارة

درجة الحرارة القياسية هي ٢٠° م (٦٨ فهرنهيت) ومن المستحسن أن تجرى جميع القياسات عند هذه الدرجة . غير أنـه لـيس مـن الملـزم أن يـتم ذلـك مـا دام سيؤخذ فـى الإعتبـار الفروق الناتجـة عن التغير فـى درجـات الحرارة.

و حيث أن أغلب أجهزة القياس مصنوعة من الصلب فإنه إذا كان الجزء المراد قياسه مصنوعا من نفس المعدن و سمح له بأن يكتسب نفس درجة حرارة الجهاز ، وذلك بتركه فترة فى نفس مكان الجهاز و الإقلال من تداول أيهما فعندئذ تكون القراءة المبينة على الجهاز صحيحه و هى البعــد الحقيقــي للجــزء المقاس عند ٢٠°م (٦٨ فهرنهيت).

أما إذا كان هناك فرق بين درجتي حرارة الجهاز و الجزء المراد قياسه أو كان هناك إختلاف فى معدنيهما فإنه يمكن حساب قيمة التصحيح وبفرض أن معامل التمدد الطولى للجزء المراد قياسه هو ($ك_١$) ، وأن معامل التمدد الطولى للجهاز هو ($ك_٢$) , وأن درجة الحرارة هي (ت°م) ، وأن القراءة المبينة على الجهاز هي(س) مم فيصبــح مقدار التصحيــح (ص) هــو :

ص = س x ($ك_١$- $ك_٢$) x (٢٠ – ت°م) مم

البعد الحقيقي للجزء عند ٢٠°م = س + ص

حيث:

ص : مقدار التصحيــح (خطأ القياس)

س: القراءة المبينة على الجهاز

ك١: معامل التمدد الطولى للجزء المراد قياسه

ك٢: معامل التمدد الطولى للجهاز

ت°م: درجة الحرارة الشغله

مثال

إذا فرض أن الجزء المراد قياسه هو قضيب مصنوع من النحاس الأحمر معامل تمدده الطولى هو ٠,٠٠٠٠١٦٥ مم/درجة مئوية و الجهاز المستعمل مصنوع من الصلب و معامل تمدده الطولى هو ٠,٠٠٠٠١١٥ مم/درجة مئوية وكانت القراءة المبينة عليه هي ١٥٠ مم و درجة الحرارة حين أخذت القراءة كانت ٣٠° م

أحسب طول القضيب عند ٢٠°م ؟

الحل

مقدار التصحيح (ص) = س x (ك١- ك٢) x (٢٠ – ت°م) مم

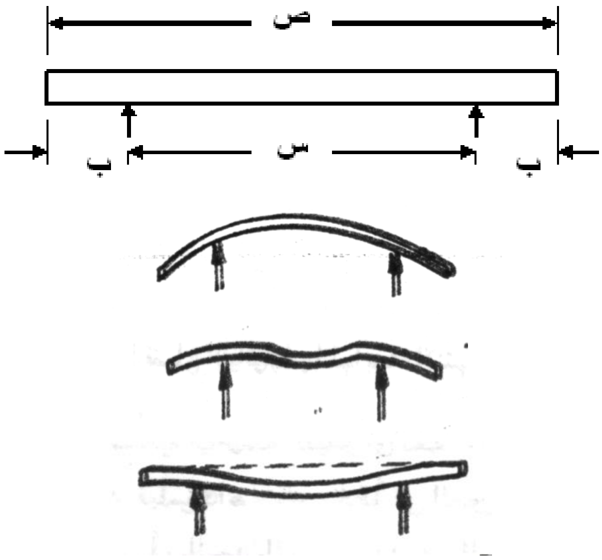
ص = ١٥٠ x (٠,٠٠٠٠١١٥ - ٠,٠٠٠٠١٦٥) x (٢٠ - ٣٠)

= - ١٥٠ x ٠,٠٠٠٠٠٥ x ١٠ = - ٠,٠٠٧٥ مم

طول القطيب عند٢٠°م = ١٥٠ + (- ٠,٠٠٧٥) = ١٤٩,٩٩٢٥ مم

تأثير الركائز و مواضعها

عند تثبيت أي قضيب أو جزء هندسى على ركائز فإن هذا الجزء ينحنى و مقدار إنحنائه يتوقف على الأماكن التي توضع فيها الركائز كما موضح بالشكل



تأثير الركائز

حيث أن البعد (س) هو المسافة بين مركزى الركائز و البعد (ص) هو الطول الكلى للقضيب و البعد (ب) هو البعد بين طرفي القضيب والركائز فقد أثبتت التجارب والحسابات المعمليه أن انحناء القضيب يكون اقل ما يمكن عندما تكون النسبة س = ٠,٥٥٤ ص ويكون الركيزتين على بعد متساو من الأطراف (ب) ويستخدم هذا الوضع فى حفظ قضبان القياس و ما يماثلها بعد الإنتهاء من استخدامها

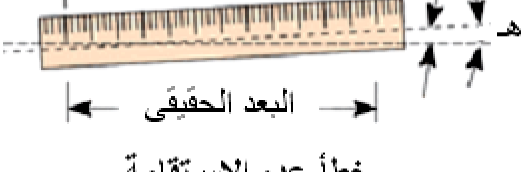
تأثير عدم الاستقامة (خطأ عدم المحاذاة) Alignment

يمكن حدوث أخطاء فى عمليات القياسات المختلفة نتيجة للأتجاهات غير الصحيحة لأدوات وأجهزة القياس المستخدمة

فمن المبادىء الأساسية لعملية القياس ضرورة إنطباق فكى أداة القياس على الجزء المراد قياسه بحيث يكونا محوريهما فى إتجاه القياس موازيان للبعد ، وإتجاه القياس محدد بنوع أداة القياس المستخدمة ، فمثلا إتجاه القياس للقياس بميكرومتر خارجى يكون فى إتجاه محور حركة عمود قياس الميكروميتر إلى سطح الإرتكاز.

وإتجاه القياس للمبين ذى القرص المدرج (indicator) يكون فى الإتجاه المحورى العمودى للمجس على سطح المشغولة

وكذلك عند استعمال مسطرة قياس مثلا لقياس أي بعد و حين لا تكون المسطرة منطبقة تماما على البعد المراد قياسه فانه يتولد خطا قدره س x (جتا الزاوية هـ) و بالنظر الي الشكل يتضح أن البعد المسجل يزيد عن البعد الحقيقي بمقدار (١- جتاه) x س إلا إذا اتخذت الاحتياطات الضرورية لتفادى ذلك .



خطأ عدم الاستقامة

ضغــط التلامــس

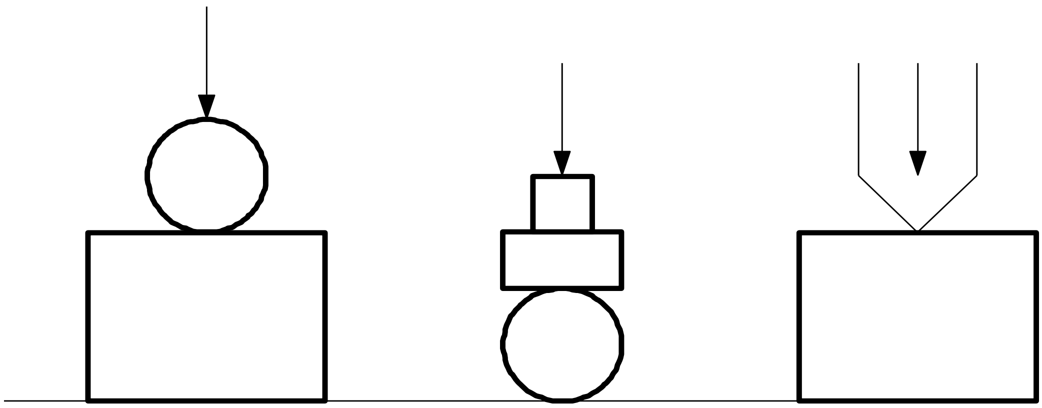
فى العديد من الأجهزة التى تعمل بوجود تلامس بين مجس الجهاز و سطح المشغولة المراد قياسها لابد من وجود قوة ضغط لضمان التلامس ، و تتسبب هذه القوة فى قراءات خاطئة نتيجة التغير الذى يحدث فى شكل المشغولة و كذلك التغير فى أجزاء الجهاز نفسه. و يجب ملاحظة أن هذه القوة غير ثابتة على إمتداد التدريج وهذا يعنى أن الخطأ الناتج ليس ثابتا على طول التدريج.

لتقليل هذا الخطأ فان الأجهزة الدقيقة أصبحت مصممة بحيث تعمل بمبينات تتأثر بمجرد الضغط البسيط . فمثلا أجهزة المقارنة يكفى ضغط قدره حوالى ٢٠٠ جم لتصبح قراءة المبين صفرا . كذلك تعمل محددات القياس ذات القرص المدرج فى بداية حركتها بضغط قدره حوالى ٥٠جم يزيد حوالى ٢٠ جم لكل حركة مقدارها ٢,٥ مم.

يتغير مقدار الخطأ بتغير شكل سطح القياس كما هو موضح بالشكل التالى فمثلا إذا كان التلامس لسطحين مستويين أى كان كل من سطحى فك الجهاز و السطح المقاس مستويين اصبح الخطأ اقل ما يمكن . إما إذا كان التلامس عبارة عن نقطة أي كان أحدهما عبارة عن نصف كرة مثلا فيجب اخذ الخطأ فى الاعتبار .

وعند استخدام أجهزة مقارنة لقياس جزء هندسي على وجه العموم يجب أن يضبط الجهاز بمحدد قياس شكله مماثلا لشكل الجزء المراد قياسه . فمثلا إذا كان المطلوب قياس شكل ذا مقطع مستطيل فيمكن استخدام قوالب قياس مستطيلة الشكل أما إذا كان المطلوب قياس أشكال ذات مقطع دائري فانه يجب استخدام محددات أسطوانية الشكل.

كمثال على مدى الخطأ الناتج عن ضغط التلامس فانه عند قياس قطر كرة مصنوعة من الصلب قطرها ٣,١٧٥ مم مثبتة بين فكين مستويين و كان الضغط يساوى ٤٥٠ جم فان الخطأ يكون ٠,٠٠٢ مم



ضغط التلامس

خطأ التباين (أي الاختلاف المنظرى) Misalignment Error :

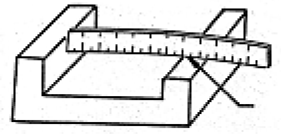
إحدى حالات الخطأ في قراءة البعد نتيجة تغيير وضع المقاس (أي تغيير مكان النظر الى المقاس)

خطأ الرؤية Visual Error :

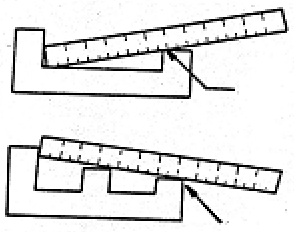
ينشأ عن قراءة خطأ للمقاس عند النظر الية .

خطأ التداول باليد Handling Error – Position Error :

الشكل التالى يوضح أخطاء القياس بسبب تداول غير صحيح لأداة القياس أو الشغلة بالنسبه الى بعضهما البعض أثناء القياس

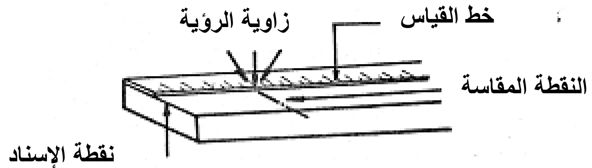


1. مقاس اكبر من الحقيقي



2. مقاس اكبر من الحقيقي

3. خط القياس بعيدا عن السطح



الباب السابع:

الحساب الفنى

للخراطة

مقدمة

يحتوى هذا الجزء من الكتاب على تطبيقات لتلك القواعد المستخدمه فى الحسابات اللازمه للتشغيل حيث يهتم بحساب كل من قوى وقدرات وزمن القطع فى عملية التشغيل على ماكينات المخارط .

ومما هو جدير بالذكر أن أهمية حساب قوى وقدرات القطع تتمثل فى أننا نستطيع سلفا تحديد القدره اللازمه لازالة الرايش من شغله ما , بشروط قطع محدده , وبهذا يمكننا اما أختيار الماكينه وعدة القطع بالقدر المناسب للشغله أو أختيار شروط القطع المناسبه لقدرة الماكينه وعدة القطع المتاحه فعلا.

وبتحقيق ذلك نكون قد وفقنا فى الوصول الى أفضل أستخدام لماكينات المخارط الموجوده بالورشه , وكذلك الأستفاده بعدد القطع لأطول عمر ممكن .

أما زمن القطع فيعتبر الزمن الرئيسى فى حساب زمن التشغيل التخمينى وهو من أهم العمليات التى تسبق عمليات التشغيل حيث يساعد ذلك على حساب تكاليف الأنتاج بعواملها المختلفه , وذلك بالأضافه الى أنه يؤدى الى أفضل أستغلال لساعات العمل المقرره لكل من الصانع وماكينات التشغيل .

وقد تم مراعاة إستخدام أمثله تطبيقيه تشمل حساب كل من :

١. قوة القطع الواقعه على العده طبقا لشروط معينه .
٢. القدره اللازمه لأزالة الرايش .
٣. الحد الأدنى للقدره المناسبه لمحرك الماكينه التى سيتم عليها القطع .
٤. زمن القطع الازم للتشغيل .
٥. حساب تكاليف انتاج شغله ما .

كما روعى فى الأمثله تنويع شروط القطع ومعادن التشغيل ومواد عدد القطع المستخدمه بين مثال وآخر حتى نكون قد وضعنا البرنامج أقرب مايكون فى مجال التطبيق العلمى .

وأخيرا نأمل أن نكون ببرنامجنا هذا قد أضفنا مرجع ومرشد هام لكل المشتغلين فى مجال قطع المعادن على ماكينات المخارط على أختلاف مستوياتهم.

الرموز والمصطلحات الفنية

أولا :الرموز والمصطلحات العربيه ومايقابلها من الرموز والمصطلحات باللغه الأنجليزيه

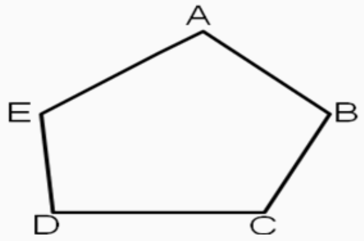
انجليزى			عربى		
Symbol	**Technical Term**	**Units of measurement**	**وحدت القياس**	**المصطلح**	**الرمز**
A	Cross section area	mm2	مم٢	مساحة المقطع	أ
A	Chip Cross section area	Mm2	مم٢	مساحة مقطع الرايش	أ
f	Feed	Mm/rev	مم/لفه	التغذيه	ت
Sz	Feed per tooth	Mm/z	مم/سنه	التغذيه للسنه	ت س
V	Volume	Cm3	سم٣	الحجم	ح
P	Pitch	Mm	مم	الخطوه	خ
B	Width	Mm	مم	العرض	ر
L	Stroke	mm	مم	المشوار	ش
L	Clearance	mm	مم	الخلوص	ص
π	Diametric ratio =3.14	__	__	النسبه التقريبيه=٣,١٤	ط
t	Depth of cut	mm	مم	عمق القطع	ع
V	Cutting speed	m/min	م/د	سرعة القطع	ع
U	Feed speed	m/min	مم/د	سرعة التغذيه	ع ت
Vs	Peripheral speed	m/s	م/ث	السرعه المحيطيه	ع ح
E	Distance	Mm	مم	المسافه	ف
F	Force	Kg	كجم	القوه	ق
Ks	Specific cutting pressure	Kg/mm2	كجم/مم٢	مقاومة القطع النوعيه لمعدن الشغله	ق ن
P	Power	Kw	كيلوات	القدره	قد
D	Diameter	Mm	مم	قطر الشغله	ق
L	Length	mm	مم	الطول	ل
H	Chip thickness	mm	مم	سمك الرايش	م
T	Time	min	دقيقه	الزمن	ن
N	Number of revolution	r.p.m	لفه/دقيقه	عدد اللفات	ن
Z	Teeth number	teeth	سنه	عدد أسنان سكينة التفريز	ى
α	Clearance angle	degree	درجه	زاوية الخلوص	α
β	Wedge angle	degree	درجه	زاوية السن	β
γ	Rake angle	degree	درجه	زاوية الجرف	γ
ε	Cutting nose angle	degree	درجة	زاوية مقدمة القطع	ε
η	Efficiency	—	—	الكفاءه	η
μ	Coefficient of friction	—	—	معامل الأحتكاك	μ
P	Friction angle	degree	درجه	زاوية الأحتكاك	P

٢- المفاهيم العامة المرتبطة بالدوائر والزوايا والمخروط والهرم

المحيطات و المساحات في المستوى

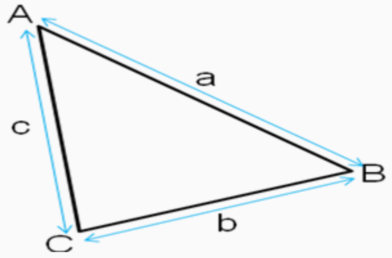
تعريف

محيط شكل هو مجموع أطوال الأضلاع المحيطة به.



$$P = AB + BC + CD + DE + EA$$

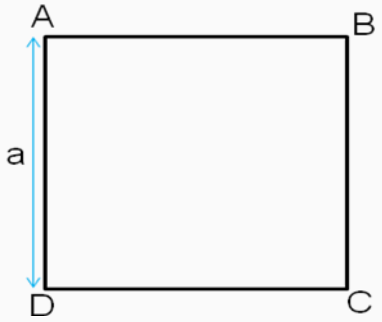
محيط المثلث



$$P = AB + BC + CD$$

$$P = a + b + c$$

محيط المربع

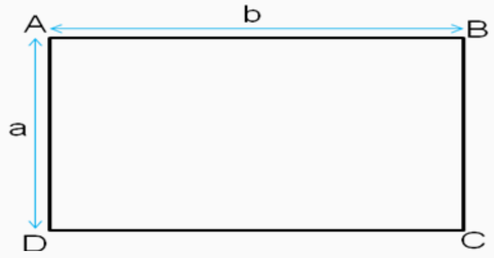


$$P = AB + BC + CD + DA$$

$$P = a + a + a + a$$

$$P = 4a$$

محيط المستطيل

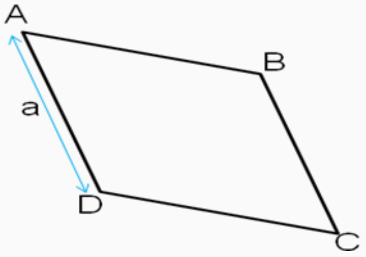


$$P = AB + BC + CD + DA$$

$$P = a + b + a + b$$

$$P = 2(a + b)$$

محيط المعين

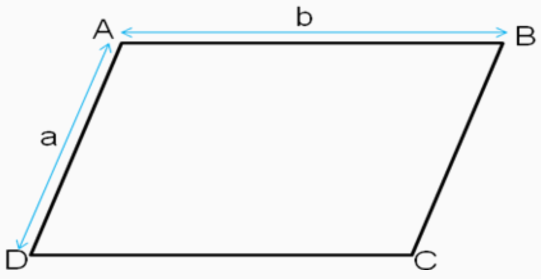


$$P = AB + BC + CD + DA$$

$$P = a + a + a + a$$

$$P = 4a$$

<u>محيط متوازى الأضلاع</u>

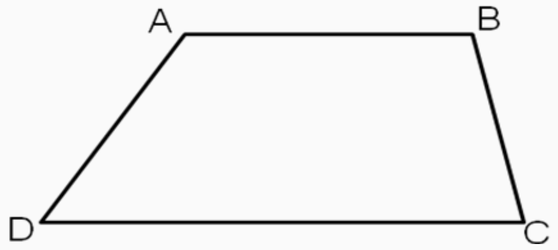


$$P = AB + BC + CD + DA$$

$$P = a + b + a + b$$

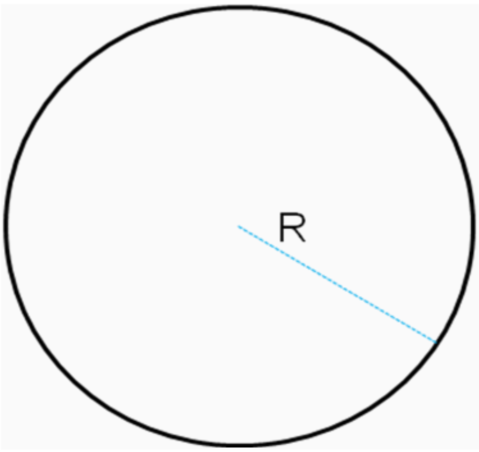
$$P = 2(a + b)$$

<u>محيط شبه منحرف</u>



$$P = AB + BC + CD + DA$$

<u>محيط الدائرة</u>

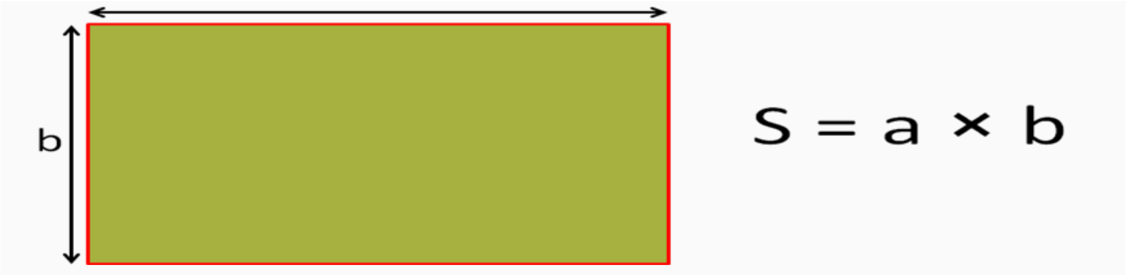


$$P = 2\pi R$$

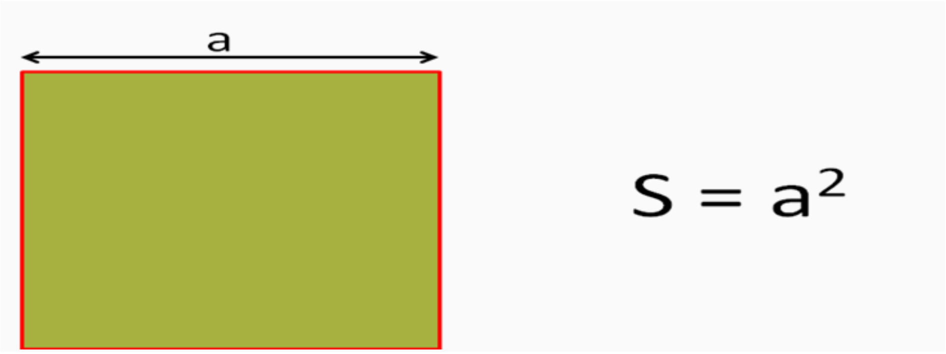
المساحات

وحدة قياس المساحات هي : cm^2 , m^2

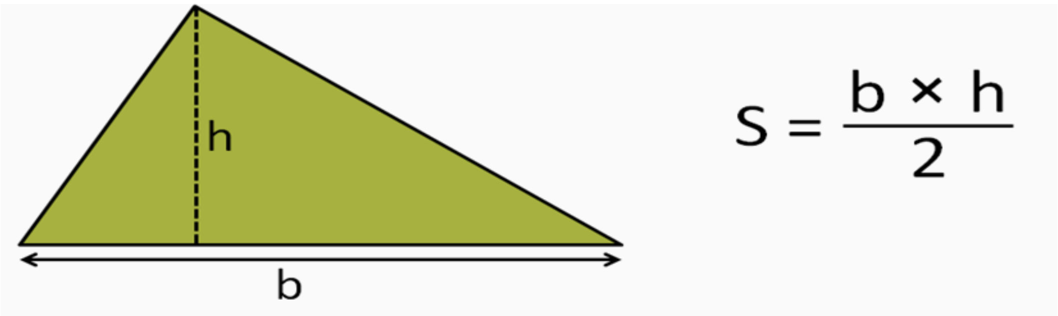
مساحة المستطيل



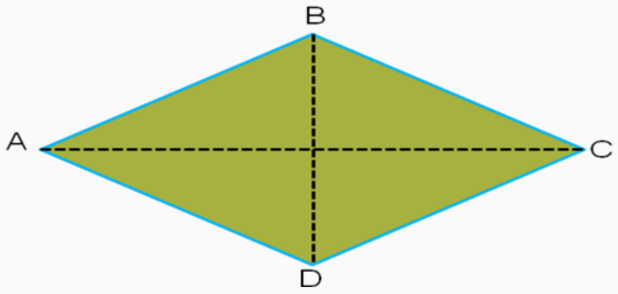
مساحة المربع



مساحة المثلث



مساحة المعين

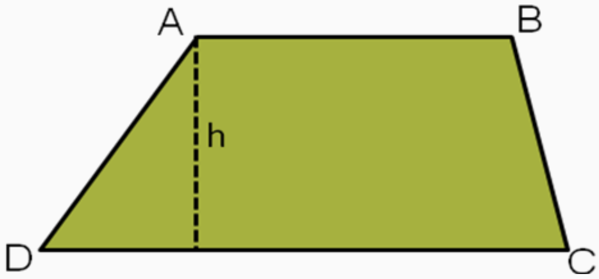


$$S = \frac{AC \times BD}{2}$$

مساحة متوازى الأضلاع

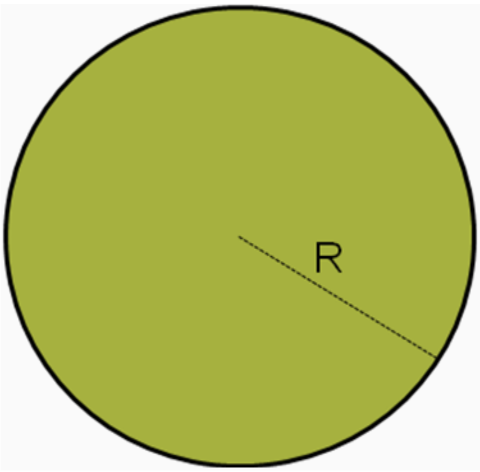
$$S = a \times h$$

مساحة شبه منحرف



$$S = \frac{(AB + DC) \times h}{2}$$

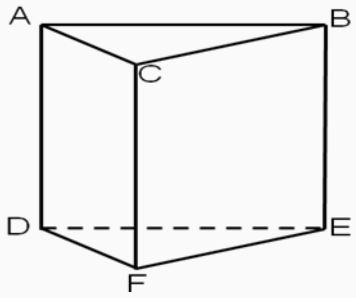
مساحة الدائرة



$$S = \pi R^2$$

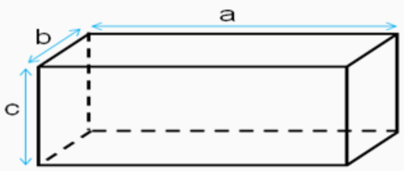
المساحه الجانبيه والحجوم

المساحة الجانبية لمنشور قائم تساوي مجموع مساحات وجوهه الجانبية .



$$S_L = S_{ABED} + S_{CBEF} + S_{ACFD}$$

المساحة الجانبيه لمتوازي المستطيلات



$$S_L = bc + ac + bc + ac$$

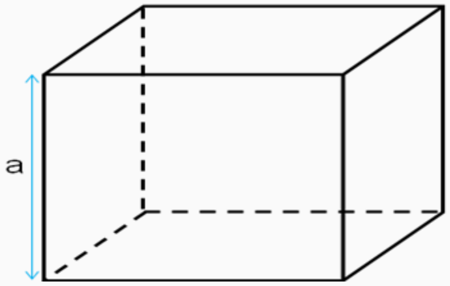
$$S_L = 2(bc + ac)$$

S_L : المساحة الجانبية

$$S_T = S_L + 2ab$$

S_T : المساحة الكلية

المساحة الجانبيه للمكعب



$$S_L = a^2 + a^2 + a^2 + a^2$$

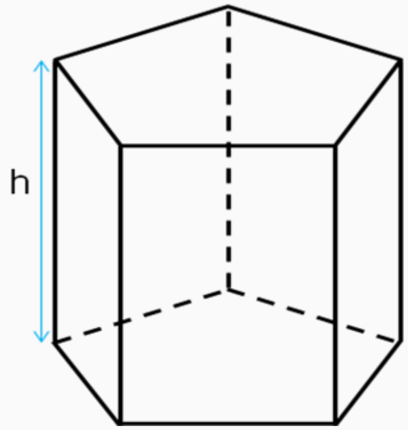
$$S_L = 4a^2$$

S_L : المساحة الجانبية

$$S_T = 6a^2$$

S_T : المساحة الكلية

المساحة الجانيه للمنشور القائم



$$S_L = P \times h$$

P : محيط القاعدة

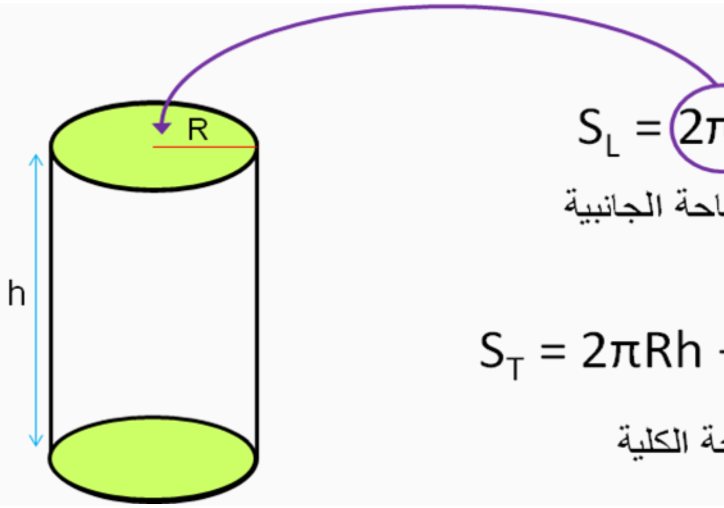
S_L : المساحة الجانبية

$$S_T = S_L + 2B$$

B : مساحة القاعدة

S_T : المساحة الكلية

المساحة الجانبيه للأسطوانة



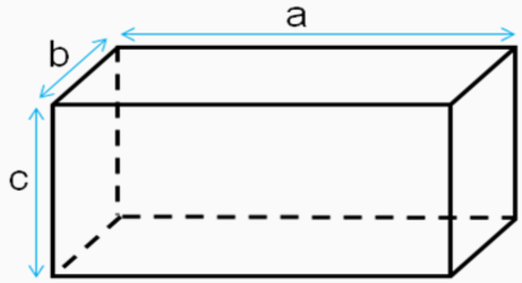
$$S_L = 2\pi R \times h$$

S_L : المساحة الجانبية

$$S_T = 2\pi Rh + 2 \times \pi R^2$$

S_T : المساحة الكلية

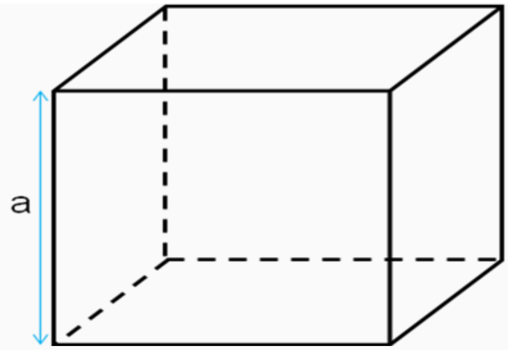
حجم متوازى المستطيلات



$$V = abc$$

V : الحجم

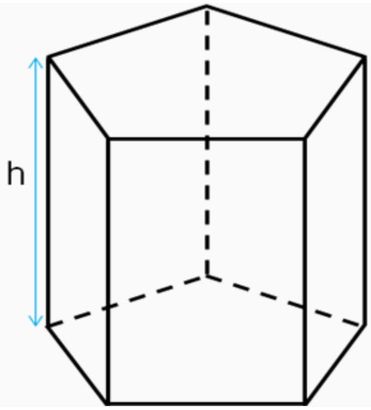
حجم المكعب



$$V = a^3$$

V : الحجم

حجم الموشور القائم

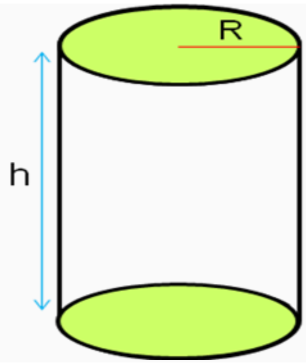


$$V = B \times h$$

B : مساحة القاعدة

V : الحجم

حجم الأسطوانة



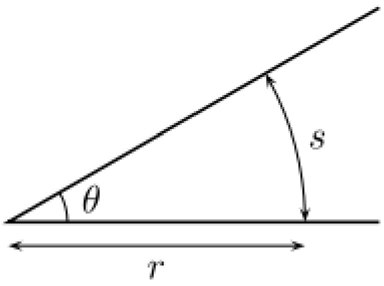
$$V = \pi R^2 h$$

V : الحجم

الزوايا

عرف إقليدس الزاوية في المستوي على أنها ميل أحد مستقيمين على آخر بحيث أن المستقيمان يلتقيان في نقطة وليسا متوازيان.

قياس الزاوية



والناتج بالزاويه نصف قطريه.r على s هي حاصل قسمة θ الزاوية

من أجل قياس زاوية θ ، يرسم قوس يتمركز عند رأس الزاوية باستخدام الفرجار .وبقسمة طول القوس s على نصف القطر r وبالضرب بعامل تكبير k يعتمد على وحدة القياس المستخدمة ينتج لدينا:

$$\theta = \frac{s}{r}(k).$$

حيث : θ بالزاويه نصف قطريه

وحدات قياس الزوايا

لقياس الزاوية يقاس طول قوس دائرة مركزها نقطة تقاطع ضلعي الدائرة المحصور بين ضلعي الزاوية ويقسم على محيط هذه الدائرة فإذا ضرب الجواب بالنسبة2π يكون قياس الزاوية بالقياس الدائري.(زاويه نصف قطريه (radian)) ولحساب قياس الزاوية بالدرجات، تضرب النسبة بين القوس المحصور بين ضلعي الزاوية ومحيط الدائرة التي مركزها نقطة التقاطع بالرقم 360.

ويرمز للدرجة بدائرة صغيرة ترسم أعلى قياس الزاوية كالأتى .°360

- الدرجة وهي $\frac{1}{360}$ من زاوية الدائرة الكاملة
- الدقيقية، وتعادل $\frac{1}{60}$ من الدرجة.
- الثانية، وتعادل $\frac{1}{60}$ من الدقيقة.

الزاويه النصف قطريه: Rad

يعرّف Rad الواحد على أنّه الزاوية المركزيّة في دائرة التي تقابل قوسًا طوله مساوٍ لطول نصف قطر الدائرة

للتحويل من راديان إلى درجات يجب أن نضرب الراديان بالقيمة $\frac{180}{\pi}$ فعلى سبيل المثال:

$$1 \text{ rad} = \frac{180}{\pi} \approx 57.29578^\circ$$

$$\frac{\pi}{3} \text{ rad} = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{180}{\pi} = 60^\circ$$

وبالمقابل، فللتحويل من درجات إلى راديان، يجب أن نضرب بالقيمة: $\frac{\pi}{180}$

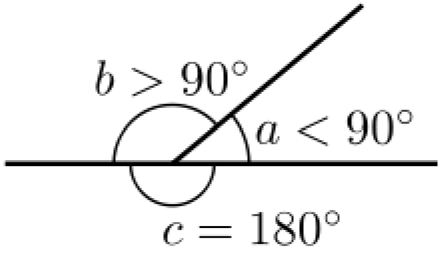
$$1^\circ = \frac{\pi}{180} \approx 0.01745 \text{ rad}$$

$$90^\circ = 90 \cdot \frac{\pi}{180} = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

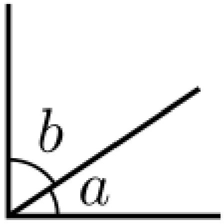
إمكانيّة أخرى هي تحويل مقدار الزاوية بالراديان (Rad) إلى عدد الدورانات بواسطة القسمة على 2π. فمثلاً، إنّ $6\pi \text{ rad}$ تعادل ثلاثة دورات كاملة.

قائمة بأكثر الزوايا شيوعًا وقيمها بالدرجات وبالراديان (Rad)								
جزء الدائرة	0	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1
الزاوية بالدرجات	0°	30°	45°	60°	90°	180°	270°	360°
الزاوية بالراديان	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3\pi}{2}$	2π

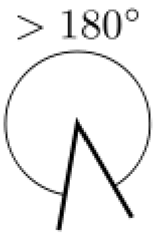
أنواع الزوايا



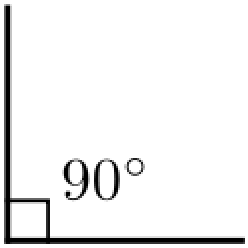
زاويتان متكاملتان



زاويتان متتامتان



زاوية خارجية



زاوية قائمة

- زاوية قائمة إذا قسمنا الزاوية المستقيمة 180 إلى قسمين متساويين فكل قسم يدعى زاوية قائمة، قياسها 90 درجة.
- زاوية حادة هي الزاوية التي قياسها أقل من 90 درجة.
- زاوية منفرجة هي الزاوية التي قياسها أكبر من 90 درجة.
- زاوية مستقيمة هي زاوية ضلعاها على استقامة واحدة وباتجاهين مختلفين.
- زاويتان متساويتان هما زاويتان لهما قياس متساوي.
- زاويتان تشتركان بالرأس هما زاويتان تشتركان بالرأس والأضلاع.
- زاويتان متتامتان هما زاويتان مجموع قياسهما 90 درجة
- زاويتان متكاملتان هما زاويتان مجموع قياسهما 180 درجة.

٣- مدخل الى الحساب الفنى

مقدمه:

القطع بازالة الرايش

تعتبر عمليات القطع بازالة الرايش من اكثر اساليب التشغيل استخداما فى مجالات الانتاج الصناعى وذلك لامكانية الحصول على منتجات غاية فى الدقة من حيث مقاساتها ودرجة دقة تشطيب سطوحها وبالتالى امكان ازدواج تلك المنتجات .

وكما هو معروف لدينا فان الاجزاء المراد تصنيعها باسلوب تشغيل المعادن بالقطع بواسطة ازالة الرايش تاخذ شكلها النهائى بعد تشغيلها بواسطة عدد لها من الخواص والمواصفات الهندسية ما يجعلها قادرة على التاثير بالقطع فى تلك المعادن وعموما تؤثر فى عملية القطع مجموعة كبيرة من العوامل تربطها معا علاقة متبادلة وتؤثر بشكل مباشر فى عملية القطع واهم هذه العوامل هى:

- **العدة القاطعة**

بما لها من خواص من حيث معدنها وصلادته ومرونته وقدرتهاعلى التاثير بالقطع فى المعادن الاخرى والاستمرار فيه وكذلك الموصفات الهندسية التى يجب ان يتم تشكيل العدة على اساسها كالزوايا التى تهيئ لها اكبر كفاءة ممكنه لانجازمهمة ازالة الرايش من المعادن .

- **معدن الشعلة**

بما لها ايضا من خواص من حيث نوع معدنها ودرجة صلادته ومرونته ومدى قابليته للقطع , وما يترتب علي القطع ذاته من احتكاك وما ينشأ عنه من حرارة والتبريد اللازم لذلك بقصد الحفاظ على صلادة العدة واطالة عمرها وعلى العلاقة الواجب مراعاتها دائما بين صلادة معدن الشغلة وصلادة مادة العدة القاطعة , وتاثير ذلك كله على خواص معدن الشغلة.

- **طبيعة القطع**

من حيث نعومة السطوح الناتجة عن القطع ودقة مقاسات الاجزاء وما اذا كان سيتم بينهما ازواج من نوع معين او انها سوف تؤدى وظيفتها منفردة ,وكذلك اذا كان القطع سيتم فى الشغله الواحده بأسلوب واحد أو أكثر.

- **اسلوب القطع**

حيث تختلف ظروف القطع باسلوب ازالة الرايش بطرقه المتعددة (كالخرط , التفريز ,التثقيب والتجليخ ......) عن القطع دون ازالة رايش بطرقه المختلفه (كالقص , الفصل , ...) كما تختلف ظروف الاساليب المتعددة للقطع بعضها عن بعض فى كل من الاسلوبين .

- **القوى**

القوى اللازمة لاتمام عملية القطع التى تعطى الحركات المختلفة كالحركة الدائرية او الترددية للعدة امام الشغلة , والحركات التى تحدد التغذية وعمق القطع وكثيرا من الحركات الاخرى سواء كانت هذه الحركات اليه او يدوية , وذلك فضلا عن مصادر هذه القوى سواء كانت ماكينه التشغيل او يد الصانع

وتتمثل اهمية حساب قوى القطع فى اننا نستطيع سلفا تحديد القدرة اللازمة لازالة الرايش من شغلة ما بشروط قطع محددة وبهذا يمكننا تحقيق الفوائد الهامة التالية :

١- اختيار عدة القطع المناسبة لشروط القطع (سرعة القطع , التغذية , عمق القطع) المطلوب العمل بها .
٢- اختيار شروط القطع المناسبة لقدرة المكنة وعدة القطع المتاحة فعلا .
٣- اختيار الماكينة وعدة القطع بالقدرة المناسبة للشغلة .
٤- توجية الشغلة للتنفيذ على المكنة التى تتناسب قدرتها مع قدرة القطع الازمة .
٥- الاستغلال الاقتصادى الامثل لعدد وماكينات القطع المتاحة فى الورشة

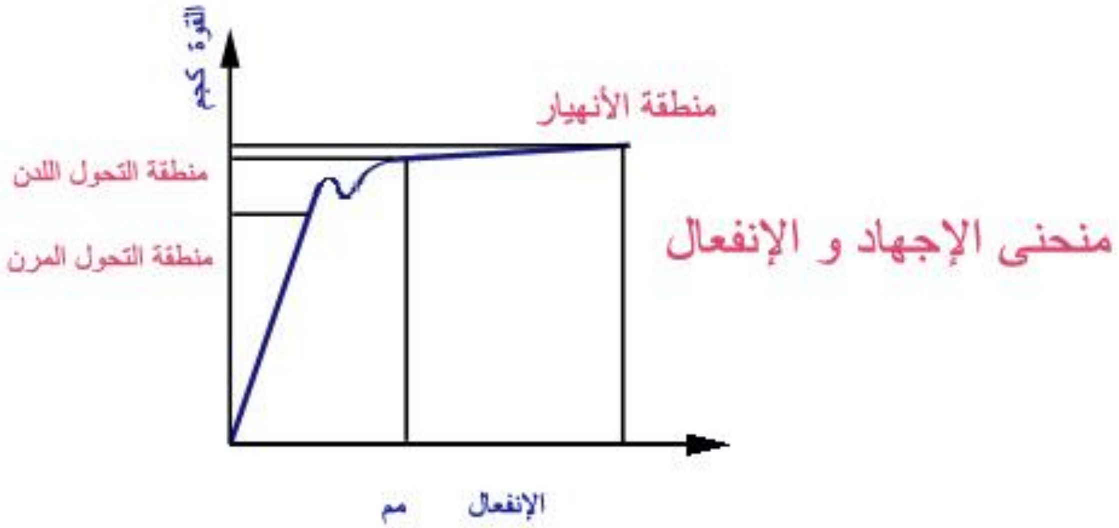
ولكى نستطيغ ان نستوعب القوانين والمعادلات المستخدمة لحساب قوى وقدرات القطع فى اساليب القطع بازالة الرايش بطرقه المختلفة , فانة لابد لنا اولا من دراسة قوى وقدرات القطع واهم العوامل المؤثرة بها .

وقبل الدخول فى هذا الموضوع , فاننا نحب ان نشرح بايجاز بعض التعاريف والمصطلحات التى يجب الاحاطة بها من أهمها .

قوى وقدرات القطع

قوى القطع

سبق القول انة لكى تصبح عدة القطع قادرة على التاثير فى معدن الشغلة فانة يجب ان تتوافر لها القوى اللازمة للتغلب على جزيئات المعدن ومرورها بمراحل التحول من حال الثبات الى حالة التشوه المرن ثم الى حالة التشوه اللدن واخيرا الى حالة الانهيار ثم الفصل .



وقوى القطع فى وظيفتها هذة تكون عبارة عن مجموعة من المركبات او القوى التى ينتقل تاثيرها الى قاطع العدة حيث يؤثر بدورة فى معدن الشغلة بواسطة عدد من الحركات التى تاخذ كل منها نصيبا من تلك القوى وتؤثر بة فى اتجاة محدد حتى تتم فى النهاية عملية ازالة الرايش .

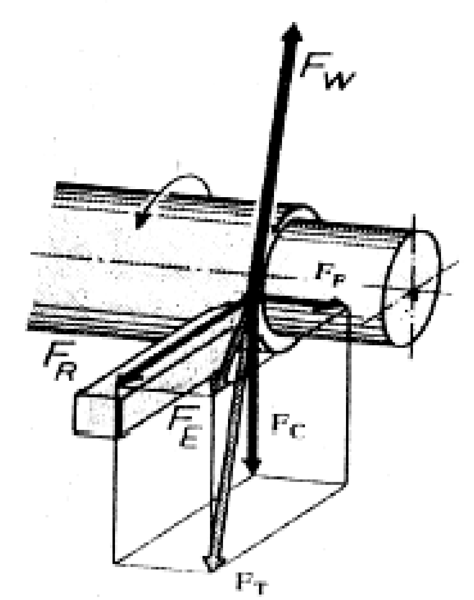
ويتم الحصول على قوى القطع اما من الماكينة كما هو الحال فى عمليات القطع الالية كالخرط والتفريز والقشط او من القوى العضلية للصانع كما هو الحال فى عمليات القطع اليدوية كالبرد والنشر والتاجين .

وبعد الوقوف على اهمية قوى القطع نقدم فيما يلى عرضا لمركباتها ولاهم العوامل المرتبطة بها .

تحليل القوى المؤثرة فى عمليات قطع المعادن بالخراطة :

Analysis of forces affecting metals cutting operations

تعتمد عملية القطع بجميع العمليات الميكانيكية على إحداث إنهيار لبعض جزئيات المعدن ، وذلك لنزع جزء أو طبقة رقيقة من السطح الخارجى أو الداخلى للمشغولة ، وتسمى هذه الجزئيات بالرايش (النحاتة أو الجزاز) .



وتنشأ أثناء ميكانيكية عملية القطع قوى مختلفة كما هو موضح بالشكل التالى :

تؤثر هذه القوى على قلم المخرطة والمشغولة .

القوى المؤثرة على قلم الخرطة والمشغولة

حيث Fc .... قوى القطع

F_E .... محصلة القوتين F_f ، F_R

F_F .... قوة التغذية

F_W........ قوة عكسية

F_R........ قوة قطرية

F_T........ قوى القطع الكلية

- حساب قدرة القطع:

تحسب قدرة القطع لعملية الخرط بالمعادلة التالية:

$$Ps = \frac{Fs \times V}{6120}(KW)$$

حيث Fs .... قوى القطع (Kg)

V .... سرعة القطع (m/min)

6120......... قيمة ثابتة

مثال:

إحسب قدرة القطع لعملية خرط شغلة ،إذا كانت قوة القطع 200 Kg ، وسرعة القطع 20 m/min .

الحل:

$$Ps = \frac{Fs \times V}{6120} = \frac{200 \times 20}{6120} = 0.65(KW)$$

حساب قدرة الأدارة لمحرك المخرطة:

تحسب قدرة الأدارة لمحرك المخرطة بالمعادلة التالية:

$$PA = \frac{Ps}{\eta} = \frac{Fs \times V}{6120 \times \eta} \quad (KW)$$

حيث:

Ps .... قدرة القطع (KW)

Fs .... قوى القطع (Kg)

V .... سرعة القطع (m/min)

6120......... قيمة ثابتة

η .... درجة كفاءة المخرطة وتتوقف على عدة عوامل وتتراوح (0.7-0.8)

مثال:

إحسب قدرة الأدارة لمحرك المخرطة ،إذا كانت قوة القطع 200 Kg ، وسرعة القطع 20 m/min ، ودرجة الكفاءة للمخرطة 0.75 .

الحل:

$$PA = \frac{Fs \times V}{6120 \times \eta}$$

$$= \frac{200 \times 20}{6120 \times 0.75} = \frac{4000}{4590} = 0.87(KW)$$

أمثلة تطبيقية: (يتم حلها بمعرفة المتدرب)

مثال (١)

إحسب قدرة القطع لعملية خرط شغلة ،إذا كانت قوة القطع 200 Kg ، وسرعة القطع 20 m/min .

الحل:

==

مثال (٢):

إذا كانت قدرة الأدارة لمحرك المخرطة 0.80 KW ،وقوة القطع 200 Kg ، وسرعة القطع m/min 20 ، إحسب درجة الكفاءة للمخرطة (η) .

الحل:

٤- حركات القطع - قوى وقدرات القطع بالمخرطة :

١. سرعة القطع .
٢. مقدار التغذية .
٣. عمق القطع .

تعمل ماكينات القطع الدائرى بصفة عامة عند تشغيلها مثل المخارط والمخارط والمثاقب ....إلخ وغيرها بحركات أساسية ، وأهم هذه الحركات هى الحركة الدورانية (سرعة دوران المخرطة) التى تقدر بعدد الدورات فى الدقيقة الواحدة . علما بأن سرعة القطع هى السرعة الخطية تقدر بوحدات طولية فى الدقيقة .

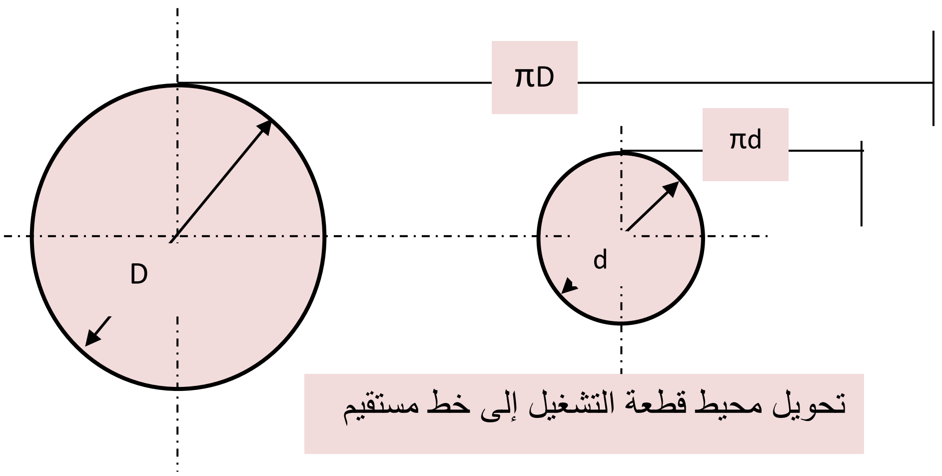
سرعة القطع والعناصر التى تعتمد عليها:

سبق عرض الجداول الخاصة بمخطط سرعة القطع والذى وضع كإرشدات فقط ، ولا تعتبر بمثابة أوامر يجب تطبيقها ن حيث يمكن تحديد سرعة الدوران بالممارسة والخبرة العملية .

وعادة تعتمد سرعة القطع على عدة عوامل ...... وهى كالآتى :

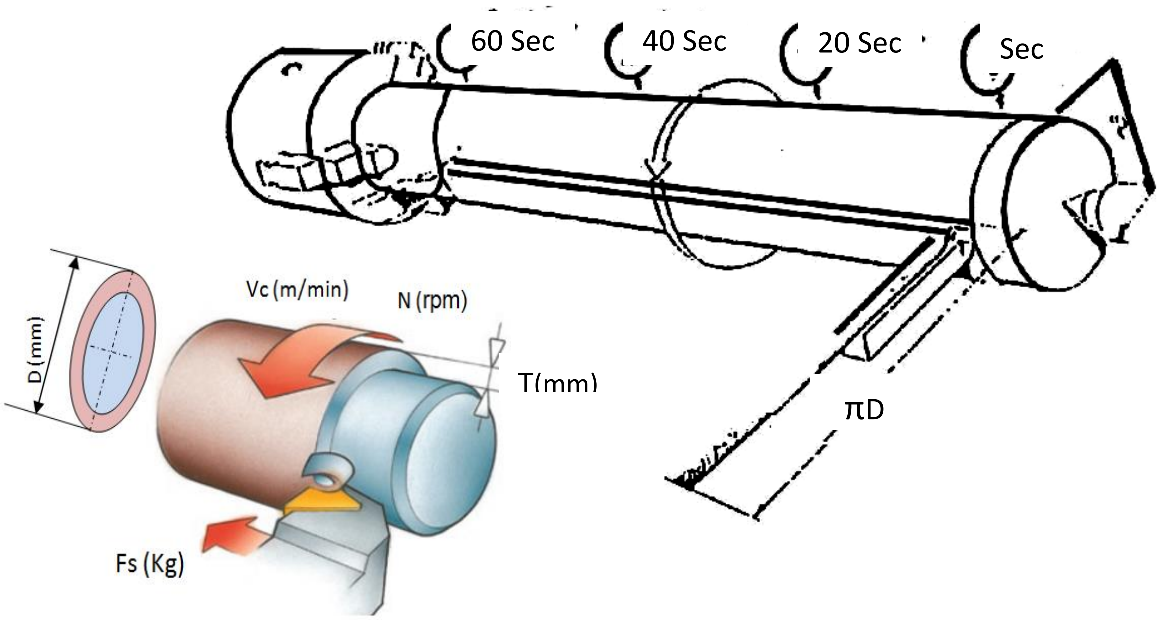
١. قطر الشغلة المراد قطعها .
٢. معدن الشغلة ....ز. زهر – صلب – نحاس – ألومنيوم .... إلخ.
٣. مادة أداة القطع (صلب كربونى - صلب سرعات عالية- لقم كربيدية أو مواد سيراميك قاطعة إلخ).
٤. عمر العدة القاطعة .
٥. شكل زوايا الحد القاطع .
٦. مقدار عمق القطع والتغذية ..... (مساحة مقطع الرايش) .
٧. درجة جودة الأسطح .... (تخشين - تنعيم) .
٨. نوع التشغيل ..... (خراطة – ثقب - برغلة) .
٩. استخدام سائل تبريد .
١٠. قدرة وكفاءة المخرطة .

لإيجاد سرعة القطع فإنه يجب إيجاد محيط المشغولة المطلوب قطعها ...... أى تحويل محيط قطعة التشغيل إلى خط مستقيم كما هو موضح بالشكل التالى .



حساب سرعة القطع:

تعرف سرعة القطع بأنها طول الرايش المقطوع مقدرا بالمتر فى الدقيقة, فلو فرضنا ان قطعة شغلة كالمبينة بالرسم التالى قطرها (D mm) فيكون طول الرايش المقطوع فى دورة واحدة مساويا لطول محيطها.



وإذا دارت الشغلة بسرعة (N) دورة فى الدقيقة ،

فيكون طول الرايش المقطوع = محيط الشغلة × عدد الدورات

أى أن سرعة القطع (V) = محيط الشغلة (m) × عدد الدورات (N) فى الدقيقة

$$V = \frac{\pi D \times N}{1000} (m/min)$$

مثال : قطعة قطرها 100 mm ، تدور بعدد دورات 100 rpm ، أوجد سرعة القطع المناسبة.

الحل :

$$V = \frac{3.14 \times 100 \times 100}{1000} = 31.4 (m/min)$$

<u>مثال تطبيقى : (يتم حله بمعرفة المتدرب)</u>
قطعة قطرها 80 mm ، تدور بعدد دورات 120 rpm ، أوجد سرعة القطع المناسبة.

الحل :

وتنظم سرعات القطع بالنسبة للمعادن فى جدول حيث يتم اختيار سرعة القطع المناسبة ، ثم يتم حساب سرعة الدوران والتغذية بناءا على سرعة القطع.

الجدول رقم (١) يوضح سرعات القطع للمعادن الشائعة :

معدن الشغلة	سرعة القطع (m/min)		التغذية (mm/rev)	
	تخشين	تنعيم	تخشين	تنعيم
فولاذ (صلب) طرى	25	40	0.3-0.6	0.1-0.3
فولاذ متوسط الكربون	20	30	0.3-0.4	0.1-0.3
فولاذ عالى الكربون	15	25	0.2-0.3	0.1-0.2
حديد زهر طرى	25	35	0.4-0.6	0.1-0.3
حديد زهر متوسط	20	25	0.4-0.6	0.1-0.3
حديد زهر صلد	15	20	0.4-0.6	0.1-0.3
البرونز	30	60	0.4-0.6	0.1-0.3
النحاس	60	80	0.4-0.6	0.1-0.3
الألومنيوم	75	120	0.4-0.8	0.1-0.3

سرعة الدوران:

يتم تحديد سرعة الدوران بماءا على إختيار سرعة القطع المناسبة لعملية القطع المراد إنجازها ، وتقدر سرعة القطع المناسبة بناءا على خبرة العامل وبمساعدة جداول إرشادية وضعت لهذه الغاية .
كم هو موضح بالجدول رقم (١) الذى يوضح سرعات القطع الموصى بها ، وحيث ان سرعة القطع تعتمد على قطر الشغلة ومعدن اداة القطع وطبيعة عملية القطع.
ويتم حساب سرعة الدوران طبقا للمعادلة الأتية:

$$N = \frac{V \times 1000}{\pi D}(rev/min)$$

ويتم إختيار التغذية الملائمة من الجدول رقم (١) ، وسيتم توضيح تسلسل عمليات غختيار سرعة القطع والدوران والتغذية فى المثال الأتى:

مثال :

يراد قطع مشغولة من الفولاذ (الصلب) متوسط الكربون قطرها 50 mm ، إوجد سرعة الدوران والتغذية المناسبة.

الحل :

أولا: نختار من الجدول رقم (١) سرعة القطع لخراطة التخشين لمشغولة من الفولاذ (الصلب) متوسط الكربون ، فنجدها 20 m/min .

ثانيا : يتم حساب سرعة الدوران طبقا للمعادلة السابقة

$$N = \frac{20 \times 1000}{3.14 \times 50} = 127.4(rev/min)$$

ثالثا : يتم مراجعة سرعة الدوران للخراطة وإختيار السرعة القريبة من السرعة التى تم حسابها ولتكن مثلا $125(rev/min)$. وهى السرعة التى يتم تعشيق صندوق سرعات المخرطة عليها.

رابعا: يتم إختيار التغذية من الجدول رقم (١) ، فنجدها لخراطة التخشين: (0.3-0.4) mm/rev

فيتم إختيار : 0.35 mm/rev

وتستطيع إختيارها أيضا بناءا على ظروف العمل وخبرتك فى أعمال الخراطة

خامسا : يتم مراجعة جدول سرعات التغذية للمخرطة وإختيار سرعة التغذية القريبة منها ولتكن 0.33 mm/rev .

<u>وتكون النتيجة كالأتى:</u>

- سرعة الدوران : 125(rev/min)
- التغذية :f 0.33 mm/rev
- سرعة القطع V =

$$V = \frac{\pi D \times N}{1000} (m/min)$$

$$V = \frac{3.14 \times 50 \times 125}{1000} = 19.625 (m/min)$$

<u>مثال تطبيقى : (يتم حله بمعرفة المتدرب)</u>

يراد قطع مشغولة من الفولاذ (الصلب) عالى الكربون قطرها 40 mm ، إوجد سرعة الدوران والتغذية المناسبة.

الحل :

سرعة القطع الإقتصادية : Economic Cutting Speed

تعتمد سرعة القطع الإقتصادية على كل من مادة قطعة التشغيل ، وقوة مقاومة الحد القاطع للعدة (الحد القاطع لقلم المخرطة أو الثاقب) ، وجودة السطح المراد تشغيله ، وعمر أداة القطع ، ومساحة مقطع الرايش ، وقدرة الماكينة .

التغذية : Feeding

هى المسافة التى يتقدمها الحد القاطع لقلم المخرطة أثناء دوران القطعة المعرضة للتشغيل خلال دورة واحدة . وحدة قياسها هى الملليمتر / لفة / mm .

Rev...... يرمز لها بالرمز F . تجرى التغذية بالطرق اليدوية أو الآلية .

ملاحظة :

يراعى عند زيادة التغذية تخفيض سرعة القطع ، حتى لا يحدث تولد إجهادات قوى قطع كبيرة ، وقوى آخرى مقاومة بمنطقة القطع .

عمق القطع : Depth Of Cut

هو المسافة العمودية على محور الذنبتين التى يتغلغل بها الحد القاطع لقلم المخرطة داخل الشغلة ، وتمثل طبقة المعدن المنزوعة خلال شوط واحد ويرمز لها بالرمز a . وحدة قياسها هى mm .

ويعتبر مقدر عمق القطع فى أعمال الخراطة ، هو نصف الفرق بين قطر الشغلة قبل التشغيل وقطرها بعد التشغيل ، ويتم الحصول عليه بعد شوط واحد للقلم ، ويمكن إيجاد عمق القطع من العلاقة التالية :

$$t = \frac{D-d}{2} = \ldots\ldots \text{ mm}$$

حيث:

t ..... عمق القطع بالمليمتر ....mm

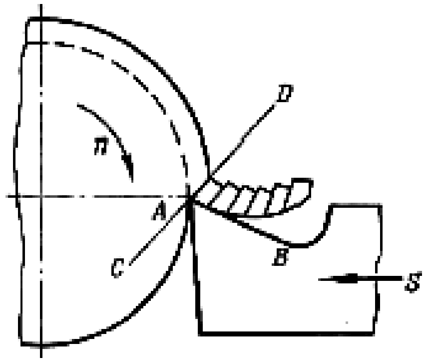
D ... قطر الشغلة قبل التشغيل بالمليمتر ....mm

d ... قطر الشغلة بعد التشغيل بالمليمتر ....mm

٥- حساب الرايش

الرايش Chip : يتكون الرايش فى عمليات الخراطة عند ضغط الحد القاطع لقلم المخرطة على السطح الخارجى لقطعة التشغيل ، حيث ينشأ عن ذلك شق بسطح قطعة التشغيل .... يؤدى إلى فصل جزء معدنى ..... ويستمر تغلغل الحد القاطع فى هذا الشق ، حتى تنفصل أجزاء من السطح المعدنى للمشغولة على هيئة رايش (جزازة) .

يختلف شكل واتجاه الرايش المنزوع باختلاف نوع معدن المشغولة واتجاه زاوية الجرف بقلم المخرطة كما هو موضح بالشكل التالى .



رسم تخطيطى لعملية خراطة أثناء إنفصال الرايش من المشغولة

يحدث إنفصال الرايش نتيجة لانضغاط طبقة من سطح معدن المشغولة تحت تأثير القوة المسلطة من القلم ، ينتج عن ذلك انفعال بتشوه مرن ولدن . ومع إزدياد التشوه اللدن تزداد الاجهادات فى الجزء المنزوع ، وعندما تبلغ الاجهادات مقدارا يفوق منتهى متانة المعدن يحدث القص Shearing وانفصال جسيم من المعدن أو ما يسمى بالرايش ، ويحدث مثل هذا الإنفصال باتجاه مستوى القص CD الذى يشكل زاوية معينة مع السطح الأمامى للقلم .

حساب طول الرايش:

طول الرايش المقطوع فى دورة واحدة = طول محيط الشغلة

وحيث ان الشغلة دورانية فيكون طول الرايش المقطوع فى دورة واحدة = πD ،

فيكون طول الرايش المقطوع = طول الرايش المقطوع فى دورة واحدة × عدد الدورات

مثال : فإذا كانت عدد الدورات 100 لفة/ دقيقة

- π = 3.14
- D= قطر الشغلة = 40 mm

$$\pi DN = 3.14 \times 40 \times 100 = 12560\, mm = 12.56 m$$

مثال تطبيقى (يتم حله بمعرفة المتدرب)

إحسب طول الرايش المقطوع عند خراطة قضيب من الصلب قطره 30 mm ، و سرعة دوران تساوى 200 لفة/ دقيقة ،

الحل:

عمر أدة القطع: Tool life

يقصد بعمر اداة القطع بانه الفترة الزمنية التى تكون فيها الأداة فى حالة جيدة أو الفترة الزمنية بين عمليتى شحذ (سن) .أى ان زمن الأحتفاظ بها بالمخزن ليحسب ضمن عمرها ، أو بإختصار الوقت التى تكون فيه الأداة مشاركة فى عملية القطع.

ويقدر عمر القطع بفترات زمنية مثل 30 ،40 ،60 ،120، حتى 480 دقيقة.

وتعتبر سرعة القطع أهم المؤثرات على عمر الأداة ويحسب عمر الأداة بالقانون التالى:

$$V.T^n = C$$

حيث:

V سرعة القطع.

T عمر الأداة بالدقيقة.

C ثابت يرمز إلى سرعة القطع التي تعطي عمر أداة = دقيقة واحدة.

n ميل منحني عمر الأداة وسرعة القطع وتختار قيمتها تبعا لمادة الحد القاطع.

مادة الأداة	صلب سريع القطع	كربيد	سيراميك
n	0.5 – 0.1	0.25– 0.2	١ – 0.6 1

مثال (١)

عند خراطة قضيب من الصلب قطره 2 بوصة (حوالى 5 cm)، إستخدمت سرعة دوران تساوى 284 لفة/ دقيقة ، وحدث تلف إستدعى تغيير الأداه بعد 10 دقائق ، غيرت سرعة الدوران إلى 232 لفة/ دقيقة ، وحدث تلف بعد 60 دقيقة.

بإفتراض علاقة خطية بين سرعة القطع وعمر الأداه ، ماهى سرعة القطع التى تضمن عمرا للأداه يبلغ 30 دقيقة ؟ وماهى سرعة الدوران حينئذ ؟

الحل: نحدد فى البداية سرعة القطع تبعا لقطر الشغلة وسرعة الدوران

ملحوظة: قدم = 12 بوصه ، بوصه = 2.54 سنتيمتر

$$V_{10} = \pi\, d\, n / 12 = \pi(2)\,(284) / 12 = 149 \text{ f/min}$$
$$V_{60} = \pi\, d\, n / 12 = \pi\,(2)\,(232) / 12 = 122 \text{ f/min}$$

حسب المعادلة (١) في الصفحة السابقة فإن

$$V_1 T_1^{\,n} = V_2 T_2^{\,n} = C$$
$$V_1 / V_2 = (T_2 / T_1)^n$$
$$149 / 122 = (60 / 10)^n$$
$$1.22 = 6^n \qquad n = 0.11$$

$$C = VT^n = 149\,(10)^{0.11} = 149\,(1.288) = 192$$

$$V\,T^{0.11} = 192$$
$$V_{30} = 192 / (30)^{0.11} = 192 / 1.455$$
$$V_{30} = 132 \text{ fpmin}$$ (قدم / دقيقة)

أى أن سرعة القطع التى تضمن تحقيق 30 دقيقة عمرا للأداه تبلغ 122 قدم / دقيقة

حساب سرعة الدوران

$n = 12\,v / \pi\, d \quad = (12)(122) / \pi(2) \quad n = 233$ دورة / دقيقة

في المثال الأول تم مراعاة تأثير سرعة القطع فقط على عمر الأداة ولتحديد تأثير عمق القطع و سرعة التغذية على عمر الأداة يستخدم القانون:

$$K = V \,.\, T^n \,.\, f^{n1} \,.\, d^{\,n2}$$

حيث :

K	ثابت التناسب	= 0.8 – 0.5
f	سرعة التغذية	= 0.4 – 0.2
t	عمق القطع	
n1	أس التغذية وتختار قيمته من 0.8 – 0.5	
n2	أس عمق القطع وتختار قيمته من 0.4 – 0.2	

<u>مثال تطبيقى (يتم حله بمعرفة المتدرب)</u>

عند خراطة قضيب من الصلب قطره 4 بوصة ، إستخدمت سرعة دوران تساوى 300 لفة/ دقيقة ، وحدث تلف إستدعى تغيير الأداه بعد 5 دقائق ، غيرت سرعة الدوران إلى 230 لفة/ دقيقة ، وحدث تلف بعد 30 دقيقة.

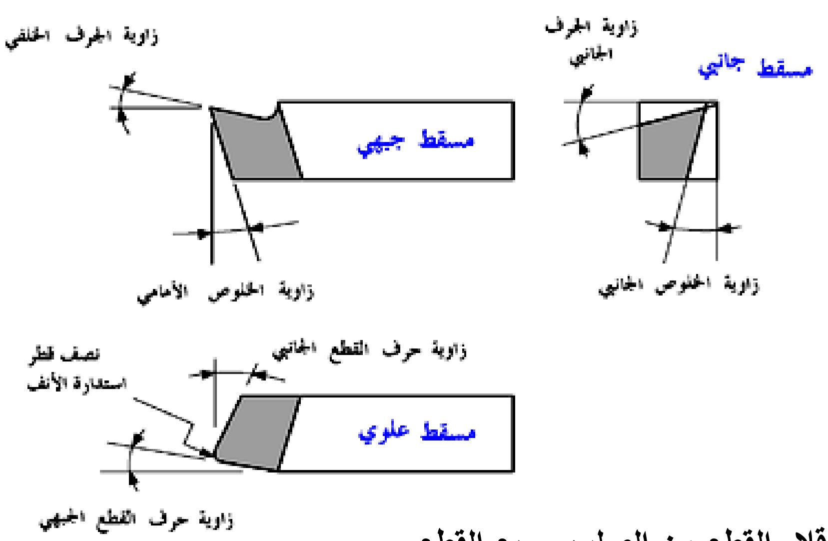
بإفتراض علاقة خطية بين سرعة القطع وعمر الأداه ، ماهى سرعة القطع التى تضمن عمرا للأداه يبلغ 40 دقيقة ؟ وماهى سرعة الدوران حينئذ ؟

الحل:

٦- قراءة الجداول وبيانات الرسومات التنفيذية للخراطة تمهيدا للحساب الفنى

جداول إختيار زوايا أقلام القطع من الصلب سريع القطع:

هندسة قلم القطع



جداول إختيار زوايا أقلام القطع من الصلب سريع القطع

مـــــادة الشـــغـــلة	زاوية الخلوص الجانبي	زاوية الخلوص	زاوية الجرف	زا وية الجرف الجانبي
صلب سباتكي، صلب عالي الكربون، صلب لا يصدأ	7 - 9	6 - 8	0 - 7	8 - 10
صلب كربوني SAE1045	8 - 10	8 - 10	0 - 12	8 - 12
صلب كربوني SAE1045	7 - 9	7 - 9	0 - 14	10 - 14
صلب كربوني SAE1335	7 - 9	7 - 9	0 - 14	10 - 16
صلب كربوني SAE3135	7 - 9	7 - 9	0 - 10	8 - 10
صلب كربوني SAE6140	7 - 9	7 - 9	0 - 8	8 - 10
زهر رمادي	8 - 10	6 - 8	0 - 5	8 - 12
ألومونيوم	12 - 14	14	0	15
برونز	8 - 10	8 - 10	0	4 - 6
نحاس	12 - 14	12 - 14	0 - 16	12 - 20
سبائك نحاس صلدة	8 - 10	6 - 10	0	0 - 8
سبائك نحاس طرية	10 - 12	8 - 12	0 - 2	0 - 10

جداول إختيار زوايا أقلام القطع الكربيدية

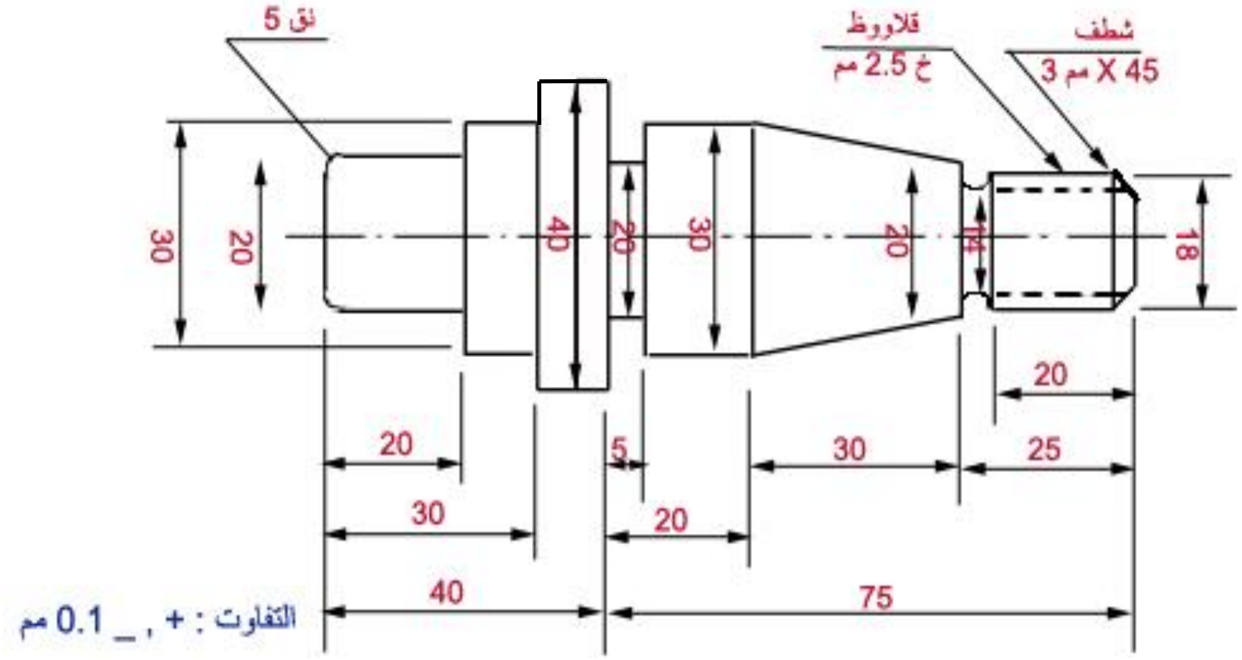
مادة الشغلة	زاوية الخلوص الجانبي	زاوية الخلوص	زاوية الجرف	زا وية الجرف الجانبي
سبائك ما غنيسيوم والومونيوم	6 - 10	6 - 10	0 - 10	10 – 20
نحاس	6 - 8	6 - 8	0 - 4	15 – 20
براس و برونز	6 - 8	6 - 8	0 - 5	8 - 5
زهر	5 - 8	5 - 8	0 - 7	6 - 7
صلب منخفض الكربون حتى SAE1020	5 - 10	5 - 10	0 - 7	6 - 7
صلب كربوني من SAE١٠٢٥ SAE1025 وأعلى	5 - 8	5 - 8	0 - 7	6 - 7
صلب سبائكي	5 - 8	5 - 8	0 - 7	6 - 7
صلب سبائكي – لا يصدأ (أوستنيتي)	5 -- 10	5 -- 10	0 - ٧	6 - 7
صلب سبائكي – لا يصدأ (قابل للتصليد)	5 - 8	5 - 8	0 - 7	6 - 7

جداول إختيار زوايا أقلام القطع المصنوعة من الأستيليت

مادة الشغلة	زاوية الخلوص الجانبي	زاوية الخلوص	زاوية الجرف	زا وية الجرف الجانبي
صلب	7	7	8 - 20	8 - 20
صلب مسبوك	5	5	8	8
زهر	5	5	0	4
برونز	5	5	4	4
صلب مقاوم للصدأ	7	7	8 - 20	8 - 20

قراءة بيانات الرسومات التنفيذية للخراطة لتنفيذ الحساب الفنى

الشكل الموضح أدناه يوضح رسم تشغيلى للخراطة ولتنفيذه يتم عمل خطوات للتسلسل التشغيلى وعمليات التحضير والتجهيز للعمل كما يلى:



١- قراءة الرسم جيدا لمعرفة تفاصيل وأبعاد الشكل الهندسى للشغلة , ونعومة السطح ودقة الأبعاد من خلال نسب التفاوت المطلوبة وتوافقات الأجزاء التى سوف تجمع مع بعضها بنظامى الثقب والعمود.

٢- تحديد نوعية عمليات الخراطة المطلوبة (طولية – واجهية – داخلية - خارجية – سلبة – قلوظة – ترترة........إلخ).

٣- تحديد نوع المخرطة المستخدمة وذلك تبعا :

- الشكل الهندسى (مخرطة طولية – واجهية - ألية)
- حجم ومقاييس الشغلة (عادية – دقيقة - ثقيلة)
- العدد المطلوب من المشغولات (مخرطة عامة - خاصة- برجية)

٤- تحديد مقاييس ومواصفات الخامات المطلوبة ومراعاة تقليل الفاقد.

٥- تحديد طرق التثبيت المناسبة لكل من مراحل التسلسل التشغيلى.

٦- تحديد نوع ومواصفات سائل التبريد المناسب حسب نوع معدن الشغلة وظروف القطع.

٧- تحديد تسلسل منطقى للخراطة (السطح كذا بعمق كذا بالطول كذا بدقة كذا فى وقت كذا ...).

٨- تحديد أدوات القطع المناسبة لكل خطوة وترتيبهم حسب التسلسل التشغيلى.

٩- تحديد سرعة التغذية وعمق القطع لكل خطوة.

١٠- حساب اكبر قوة قطع وبالتالى يمكن تحديد قدرة المخرطة .

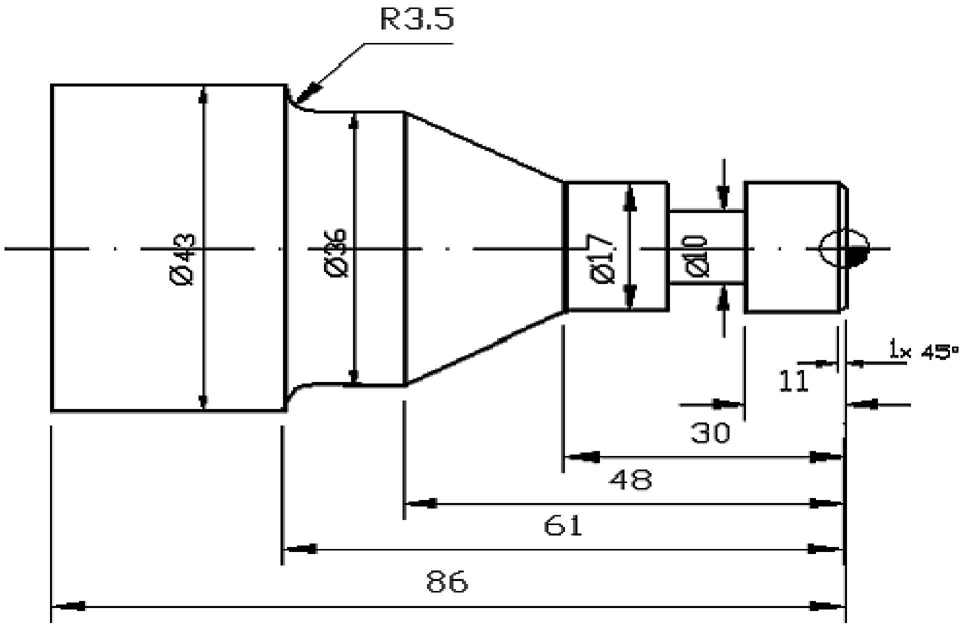
١١- حساب زمن القطع لكل قطعة وكل مرحلة.

١٢- حساب زمن الأنتاج الكلى.

١٣- تحديد التكلفة الكلية لإنتاج الشغلة.

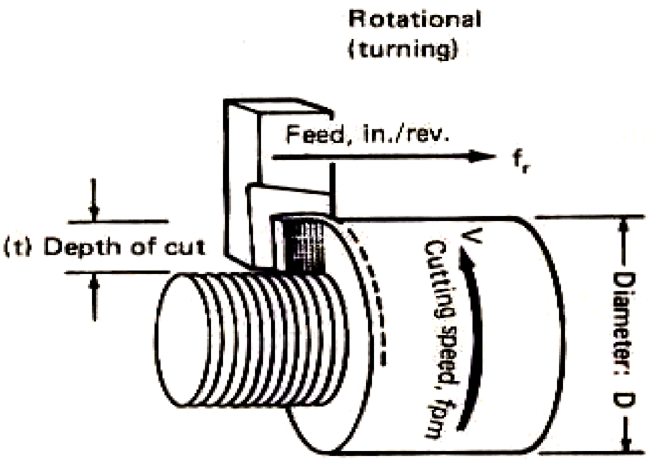
تدريب تطبيقى على قراءة بيانات الرسومات التنفيذية للخراطة (يتم عمله بمعرفة المتدرب)

الشكل الموضح أدناه يوضح رسم تشغيلى للخراطة ولتنفيذه قم بعمل خطوات للتسلسل التشغيلى وعمليات التحضير والتجهيز للعمل :



الحسابات الفنية للخراطة

من المعلوم أن حركة القطع فى المخرطة تعتمد على دوران المشغولة حول محورها وتحرك الحد القاطع حركة جانبية بمقدار التغذية لكل لفة (ت) ، كما هو موضح بالشكل التالى:



ولحساب أزمنة القطع الخاصة بالخراطة ،
سوف نقوم أولا بحساب زمن تجهيز المخرطة :

<u>حساب زمن التجهيز :</u>

١. مخرطة صغيرة 20 دقيقة .
٢. مخرطة متوسطة 30 دقيقة .
٣. مخرطة كبيرة 40 دقيقة .

ويضاف 10 دقائق عند إجراء أى عملية من العمليات الآتية :

- عند إجراء خراطة مسلوبة (مستدق) .
- عند تركيب مخنقة (لكل وحدة) عند خراطة الأعمدة الطويلة .
- عند قطع القلاووظ .

ثانيا : زمن التحميل (زمن العامل الخارجى) :

يتم تثبيت المشغولة فى المخرطة حسب وزن وحجم وشكل المشغولة .

- إذا كان التثبيت بين زنبتين من 0.5 : 1 دقيقة حسب وزن المشغولة .
- إذا كان التثبيت بظرف أمريكانى من 0.5 : 3 دقائق حسب وزن المشغولة .
- إذا كان التثبيت فى صينية بلدى من 0.5 : 5 دقائق حسب وزن المشغولة .

ثالثا : زمن القطع :

من المعلوم أن حركة القطع فى المخرطة تعتمد على دوران المشغولة حول محورها وتحرك الحد القاطع حركة جانبية بمقدار التغذية لكل لفة (ت) .

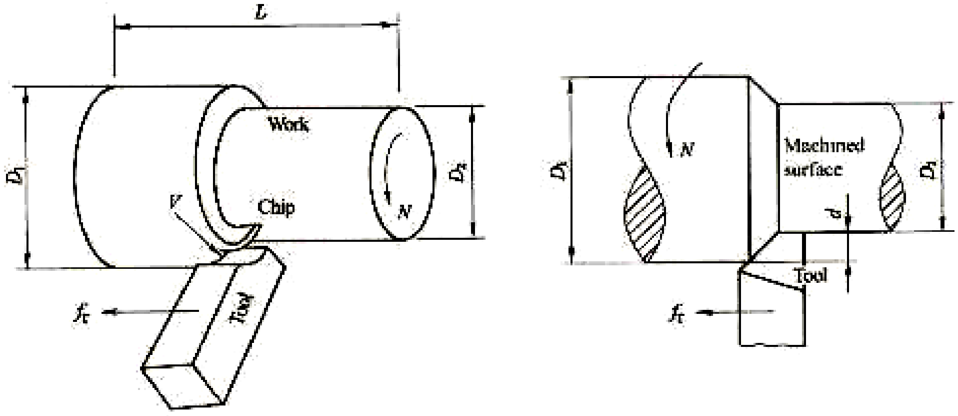
ومن المعروف أن الزمن = $\frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}}$ مسافة هنا هى طول مشوار القلم.

وحيث أن السرعة = التغذية × عدد اللفات

وإذا تم تطبيق هذا على عملية الخراطة فإن زمن الخرط لوش واحد يتم حسابة بالمعادلة الأتية:

$$\text{Time for Turning} = \frac{\text{Length of the job to be turned}}{\text{Feed/ Rev. x r.p.m.}} \text{ min.}$$

والشكل التالى يوضح العناصر الأساسية لخراطة المعادن



وعليه فإن زمن خرط وش واحد = طول مشوار القلم / السرعة = ل / (ت × ن)

$$T = \frac{L}{f \times N} = \text{min}$$

حيث :

(ت):هى التغذية / لفة (بالمم)

(ن): هى عدد لفات الشغلة / دقيقة = 1000 ع / (ط × ق)

$$N = \frac{1000V}{\pi D} = \text{rpm}$$

(ع): هى سرعة القطع الخطية (بالمتر/ دقيقة)

$$V = \frac{\pi D \times N}{1000} (\text{m/min})$$

ويكون زمن الخرط الكلى= زمن خرط وش واحد × عدد الأوشش

وبفرض أن عدد الأوشش = ك

فإن:

زمن الخرط الكلى= ل / (ت × ن) × ك

عدد الأوشش (ك) = (ق٢ – ق١) / ٢ ء

$$Number\ of\ faces\ (fc) = \frac{D-d}{2t} = faces$$

حيث : ء هى عمق القطع / وش (بالمم)

ق٢ : قطر المشغولة قبل الخرط

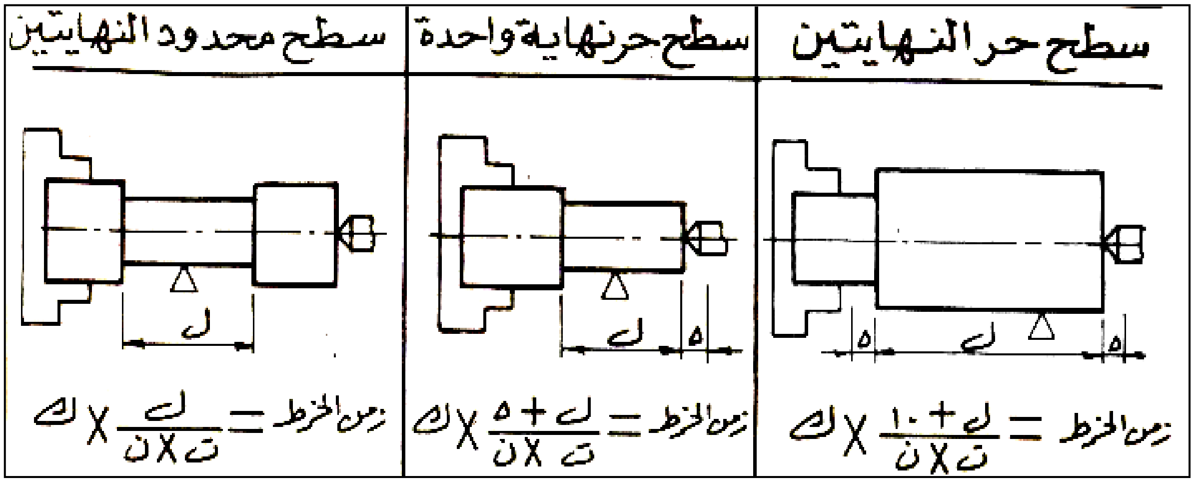
ق١ : قطر المشغولة بعد الخرط

ويقرب عدد الأوشش لأقرب رقم صحيح .

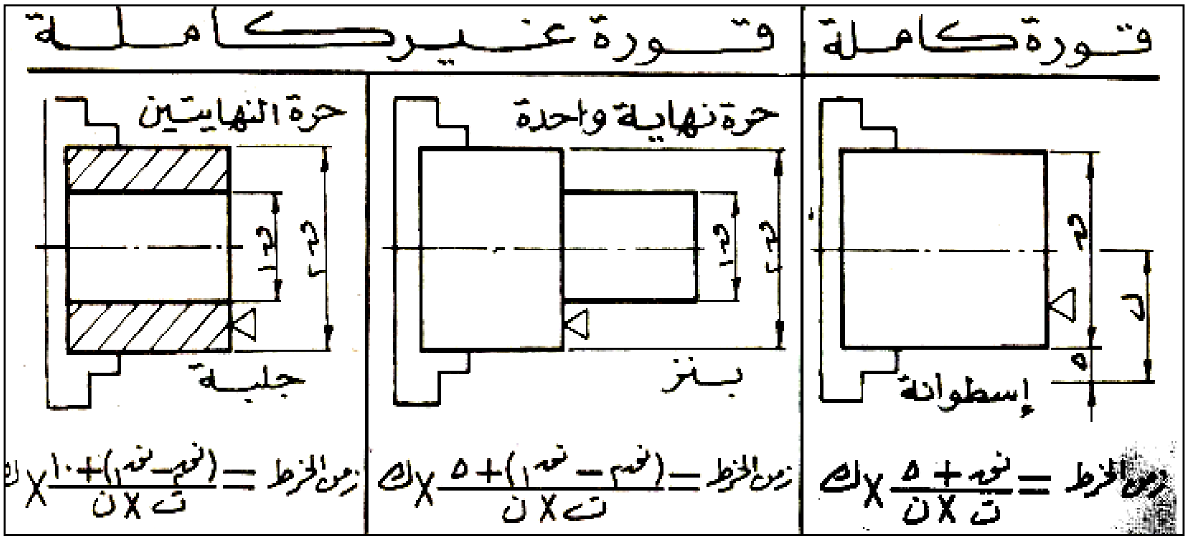
ومن المعروف أن الحد القاطع لا يمكن أن يبدأ مشواره عند أول المشغولة أول المشغولة أو ينتهى عند نهايتها تماما،لذلك يضاف لطول مشوار القلم (ل) مسافة ابتداء ومسافة إنتهاء قيمتها (5 مم) لكل منها.

وعليه فإن أزمنة الخرط الكلى لأنواع الخراطة المختلفة تكون على النحو التالى :

أولا : الخراطة العدلة :



ثانيا : الخراطة الجانبية (خراطة القورة) :

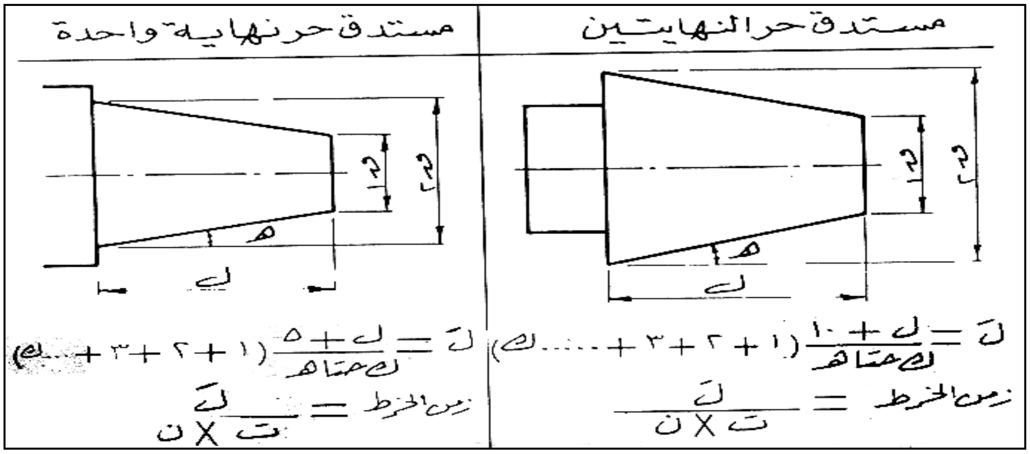


ثالثا : الخراطة الداخلية :

لا تختلف الخراطة الداخلية عن الخراطة الخارجية من حيث التغذية وسرعات القطع اللازمة إلا أن عمق القطع فقط يكون أقل فى حالة الخراطة الداخلية ، نظرا لارتفاع مستوى القلم عن محور المشغولة ويلزم زيادة عدد مرات القطع بمقدار وش واحد عن الخرط الخارجى حتى يمكن ضبط المقاسات فى هذه الحدود الدقيقة.

ويستخدم نفس قوانين الخرط الخارجى السابق ذكرها لإيجاد زمن الخرط الداخلى .

رابعا : خراطة الأسطح المسلوبة (المستدقة) :



حيث:

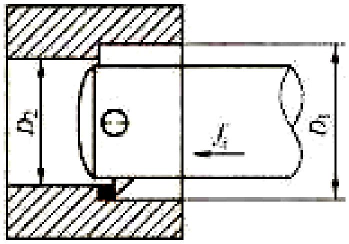
$$T = \frac{L`}{f \times N} = \frac{183.7}{0.8 \times 125} = 1.84 \text{ min}$$

$$L` = \frac{L + 5}{fc \ Cos\theta}(1 + 2 + 3 + \cdots fc) \text{ mm}$$

- ل/ : مجموع أطوال المشاوير الحقيقية التى يتحركها القلم .
- ل : الطول الكلى العدل للمسلوب .
- ويمكن للاختصار اعتبار (جتا هـ = ١)
- ملاحظة : تحسب عدد اللفات (ن) على أساس القطر الأكبر للمستدق .
- تحسب عدد الأوشش ل مثل الخراطة العدلة .

خامسا : الثقب على المخرطة :

طول مشوار الثقب (ل) مم



ل= ل١ + ٠،٣ ق مم (للثقب غيرالنافذ)

ل= ل١ + ٠،٣ ق + ٣ مم (للثقب النافذ)

زمن الثقب = $T = 2 \times \frac{L}{f \times N}$ ، حيث: f التغذية ، N سرعة الدوران ، L طول الثقب

زمن الثقب = ٢ × ل / (ت × ن)

حيث:

- ت : التغذية مم / لفة .
- ق : قطر الثقب أو البنطة بالمم .
- ل : طول مشوار البنطة بالمم .
- ل١ : عمق الثقب بالمم.
- ملاحظة : تحسب عدد اللفات (ن) على أساس القطر الأكبر للمستدق .
- تحسب عدد الأوشش ل مثل الخراطة العدلة .

سادسا : قطع القلاووظ على المخرطة :
عملية قطع القلاووظ على المخرطة ما هى إلا خراطة عدلة استبدلت فيها التغذية (ت) بالخطوة " خ"

$$N = \frac{1000V}{\pi D} = \text{rpm}$$

(ن): هى عدد لفات الشغلة / دقيقة = $\dfrac{\text{1000 ع}}{\text{ط × ق}}$

حيث :
(ع): هى سرعة القطع الخطية (بالمتر/ دقيقة)

ويكون زمن الخرط الكلى= زمن خرط وش واحد × عدد الأوشش
وبفرض أن عدد الأوشش = ك
فإن:

زمن الخرط الكلى= $\dfrac{\text{ل}}{\text{خ × ن}}$ × ك

$$Ttotal = \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{p \times N}} \times fc = min$$

$$Number\ of\ faces\ (fc) = \frac{\mathrm{D - d}}{\mathrm{2t}} = faces$$

حيث (fc) :عدد الأوشش وتكون:

- (fc)= 2.6 p (قطع قلاووظ خارجى)
- (fc)= 3.2 p (قطع قلاووظ داخلى)
- ويقرب الناتج لأقرب رقم صحيح
- ويجب إضافة عدد 3 وش الى ك فى الحالتين التاليتين:
  - إذا قلت الخطوة (خ) عن 2.5 مم.
  - فى حالة التشطيب بجودة عالية.

<u>ملاحظات عامة:</u>

١- عند فتح القلاووظات ذات البابين: يضاعف زمن القطع.
٢- عند فتح القلاووظات ذات الأبواب المتعددة: يضرب زمن القطع ×3 .
٣- لاتختلف الحسابات الخاصة بزمن قطع القلاووظ بإختلاف شكل مقطع القلاووظ سواء كان مثلث أومربع ......إلخ ، وكذلك لو كان القلاووظ يمين أو شمال.
٤- يضرب زمن قطع القلاووظ × 2 إذا كانت العربة يتم رجوعها آليا بنفس سرعة القطع.

أمثلة محلولة :

مثال (١) :

أوجد زمن الخرط اللازم لخراطة عمود من النحاس حر النهايتين بطول 250 مم من قطر 150 مم إلى قطر 140 مم بتغذية قدرها 0.6 مم/لفة وعمق قطع 1 مم / وش وبسرعة قطع 63 م/د.

إذا علمت أن عدد لفات عمود ظرف المخرطة هى: (60 / 72 / 80 /100 / 125 / 160 / 200 / 240 / 315 / 400 / 500) لفة / د .

الحــل:

حيث أن السطح حر النهايتين فنستخدم القوانين التالي:

$$N = \frac{1000\,V}{\pi D} = \frac{1000 \times 63}{3.14 \times 150} = 143 \text{ rpm}$$

نختار أقرب عدد لفات من القيم المعطاه لعدد اللفات وهى : 160 rpm

$$Number\ of\ faces\ (fc) = \frac{D - d}{2t} = \frac{150 - 140}{2 \times 1} = 5\ faces$$

$$Ttotal = \frac{L + 10}{f \times N} \times fc = \frac{250 + 10}{0.6 \times 160} \times 5 = 13.54 \text{ min}$$

===

مثال 2 :

جلبة من الصلب قطرها الأكبر 160 مم وقطر الثقب بها 80 مم يراد خراطة القورتين الغير كاملتين فى وشين لكل منهما علما بأن سرعة القطع 50 م/د والتغذية 0.3 مم / لفة .

والمطلوب حساب الزمن اللازم لخرط القورتين معا علما بأن عدد لفات ظرف المخرطة:

(72/80/100/125/160/200/240/ 315) لفة / د

الحــل:

حيث أن خرط القورة غير كاملة (جلبة) فإنه يتم إستخدام القوانين التالية:

$$N = \frac{1000\,V}{\pi D} = \frac{1000 \times 50}{3.14 \times 160} = 109 \text{ rpm}$$

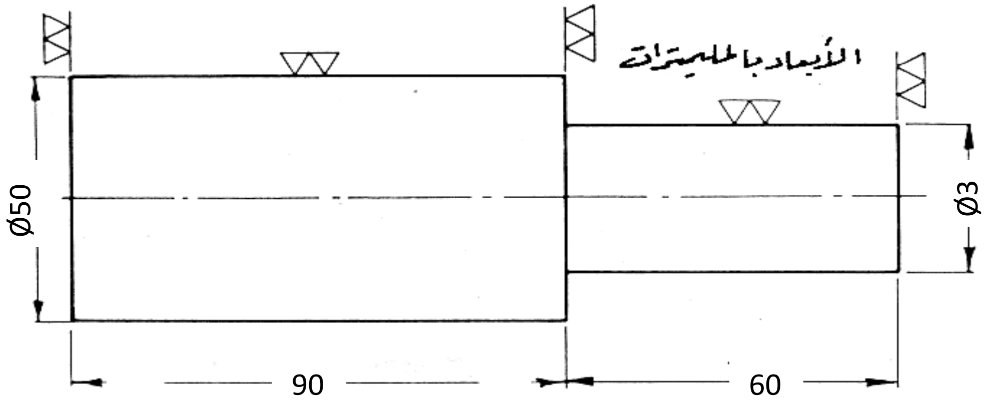
نختار أقرب عدد لفات من القيم المعطاه لعدد اللفات وهى : 100 rpm

$$Ttotal\ for\ 2\ faces = 2 \times \left(\frac{(R - r) + 10}{f \times N}\right) \times \text{Number of } fc$$

$$= 2 \times \left(\frac{(80 - 40) + 10}{0.3 \times 100}\right) \times 2 = 6.66 \text{ min}$$

مثال (٢) :

المطلوب حساب الزمن اللازم لخراطة المشغولة الموضحة بالشكل حسب علامات التشغيل الموضوعة ومن واقع المعلومات الآتية :



- الجسم مشغل من قضيب من الصلب المبروم قطر 55 مم بطول 155 مم .
- التغذية 1 مم / لفة ، وعمق القطع 1.5 مم / وش ، وسرعة القطع 28 متر / د .
- الوش الآخير فقط تنعيم وزمن التنعيم ضعف زمن التخشين .
- المخرطة مجهزة بسرعات منها : 315/250/200/160/125 لفة / د .

الحــل:

١- حيث أن الخرط وجهى (قورة) وعدل ومتدرج فإنه يتم إستخدام القوانين التالية:

$$Dmean = \frac{50+30}{2} = 40 \text{ mm}$$

$$N = \frac{1000\text{ V}}{\pi D} = \frac{1000 \times 28}{3.14 \times 40} = 223 \text{ rpm}$$

٢- نختار أقرب عدد لفات من القيم المعطاه لعدد اللفات وهى : 200 rpm

٣- خراطة قورة كاملة قطر 55 مم (تخشين):

$$T = \frac{\text{R}+5}{\text{f} \times \text{N}} = \frac{27.5+5}{1 \times 200} = 0.16 \text{ min}$$

٤- خراطة نفس القورة (تنعيم): 2×0.16 min = 0.32 min (خراطة التعيم ضعف التخشين).

٥- خراطة عدلة من قطر 55 مم الى قطر 30 مم ، بطول 60 مم (تخشين):

$$Number\ of\ faces\ (fc) = \frac{\text{D}-\text{d}}{2\text{t}} = \frac{55-30}{2 \times 1.5} = 8.3 \simeq 9 faces$$

٦- نختار عدد 8 وش تخشين ، وعدد 1 وش تنعيم.

$$T = \frac{L+5}{f \times N} \times fc = \frac{60+5}{1 \times 200} \times 8 = 2.6 \text{ min}$$

٧- خراطة نفس العملية السابقة (تنعيم):

$$T = \frac{L+5}{f \times N} = \frac{60+5}{1 \times 200} = 0.325 \times 2 = 0.65 \text{ min}$$

٨- خراطة قورة غير كاملة قطر أكبر من ٥٥ مم وأصغر من 30 مم (تخشين):

$$T = \frac{(R-r)+5}{f \times N} = \frac{(27.5-15)+5}{1 \times 200} = 0.09 \text{ min}$$

٩- خراطة نفس القورة السابقة (تنعيم): 0.18 min = 2 ×0.09 min

١٠- قلب الشغلة (ضمن أزمنة التحميل).

١١- خراطة قورة كاملة قطر ٥٥ مم كالسابقة فى الخطوة رقم (٣، ٤) :

- (تخشين): 0.16 min

- (تنعيم): 0.32 min = 2 × 0.16 min

١٢- خراطة عدل من قطر ٥٥ مم الى قطر 50 مم ، بطول 90 مم (تخشين):

$$Number\ of\ faces\ (fc) = \frac{D-d}{2t} = \frac{55-50}{2 \times 1.5} = 1.7 \simeq 2 faces$$

١٣- نختار عدد 1 وش تخشين ، وعدد 1 وش تنعيم.

$$T = \frac{L+10}{f \times N} \times fc = \frac{90+10}{1 \times 200} \times 1 = 0.5 \text{ min}$$

١٤- (تنعيم): 1 min = 2 × 0.5 min

١٥- مجموع أزمنة القطع =

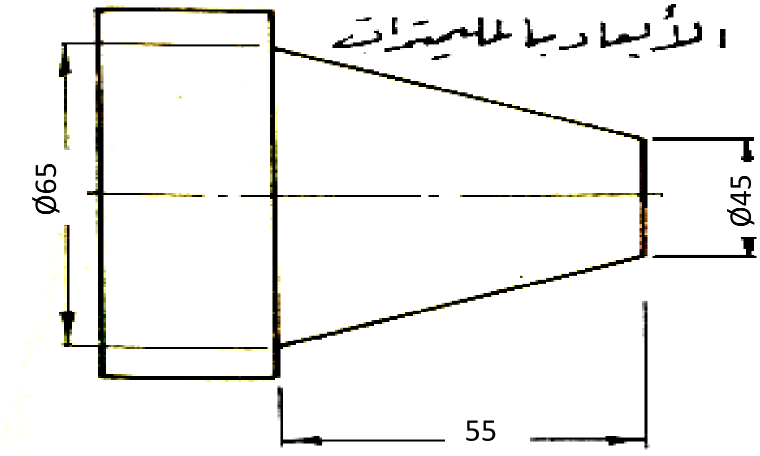
5.8 min = 1 + 0.5 + 0.32 + 0.16 + 0.09 + 0.65 + 2.6 + 0.32 + 0.16

مثال (٣):

يراد عمل المستدق المبين بالرسم إذا كانت سرعة القطع 27.5 م / د ، والتغذية الطولية 0.8 مم/ لفة وعمق القطع 2 مم / وش . والمطلوب حساب زمن قطع المستدق (المسلوب) فقط .

إذا علمت أن جتا هـ = 0.9797 ، وعدد دورات عمود ظرف المخرطة هو:

(315/240/200/160/125/100) لفة / دقيقة .



الحــل:

١- حيث أن المطلوب حساب زمن الخرط المسلوب فقط فإنه يتم إستخدام القوانين التالية:

$$N = \frac{1000\ V}{\pi D} = \frac{1000\ \times 27.5}{3.14 \times 65} = 134.6\ \text{rpm}$$

٢- نختار أقرب عدد لفات من القيم المعطاه لعدد اللفات وهى : 125 rpm

٣- عدد الأوشش :

$$Number\ of\ faces\ (fc) = \frac{\mathrm{D-d}}{2\mathrm{t}} = \frac{65-45}{2 \times 2} = 5\ faces$$

٤- حساب ل/ : مجموع أطوال المشاوير الحقيقية التى يتحركها القلم:

$$L` = \frac{\mathrm{L}+5}{fc\ \mathrm{Cos}\theta}(1+2+3+\cdots fc) = \frac{55+5}{5 \times 0.9797}(1+2+3+4+5)$$

$$= \frac{60}{5 \times 0.9797} \times (15) = 183.7\ \text{mm}$$

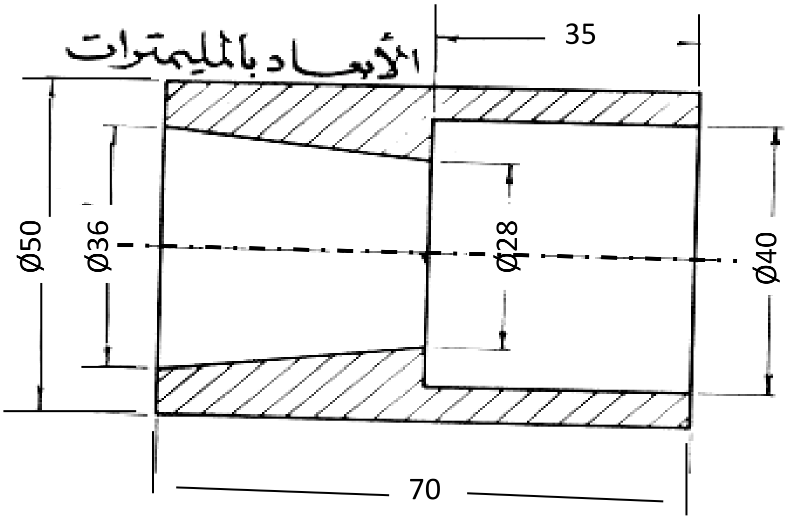
$$T = \frac{L`}{\mathrm{f} \times \mathrm{N}} = \frac{183.7}{0.8 \times 125} = 1.84\ \text{min}$$

مثال تطبيقى (يم حله بمعرفة المتدرب) :

الشغلة الموضحة بالرسم التالى مصنوعة من الصلب المبروم قطر 55 مم ، والمطلوب حساب زمن خراطة المسلوب الداخلى فقط علما بأنه سبق ثقبه ببنطة قطرها 28 مم ، إذا علمت الآتي :

سرعة القطع 24 متر / د ، عمق القطع 1.2 مم / وش ، التغذية 1.1 مم / لفة ، جتا هـ = 0.9943

المخرطة بها سرعات منها :(310/250/200/160) لفة / د .



الحــل:

مثال (٤) :

يراد عمل قلاووظ مثلث على السطح الخارجى لشغلة أسطوانية قطرها 50 مم على مخرطة عدد لفاتها 120 لفة / د ، ويتم رجوع العربة آليا ويحتوى السنتيمتر الطولى من القلاووظ على 5 أسنان فإذا علمت أن طول الشغلة 110 مم ، وسيتم قطع القلاووظ على السطح الخارجى للشغلة كلها.

ونظرا للجودة العالية المطلوبة فى تشطيب هذا القلاووظ يلزم إضافة عدد ٢ وش إلى قيمة (ك) الناتجة من تطبيق القانون (ك = 2.6 خ) ، حيث ك = عدد الأوشش ، خ طول خطوة القلاووظ .

الحـــل :

١- حساب خطوة القلاووظ (خ)

$$p = \frac{1}{\text{number of teth}} = \frac{1}{5} = 2 \text{ mm}$$

٢- حساب عدد الأوشش (ك)

$$Number\ of\ faces\ (fc) = 2.6\ \times 2 = 5.2 \simeq 6\ faces$$

ونظرا للجودة العالية المطلوبة فى تشطيب هذا القلاووظ يلزم إضافة عدد ٢ وش إلى قيمة (ك)

$$Number\ of\ faces\ (fc) = 6 + 2 = 8\ faces$$

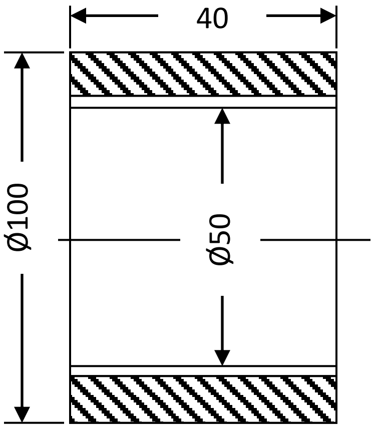
٣- حساب زمن قطع القلاووظ:

$$T = \frac{L + 10}{\text{p} \times \text{N}} \times fc = \frac{110 + 10}{2 \times 120} = 4 \text{ min}$$

٤- وحيث أنه يتم رجوع العربة آليا: فإنه يم مضاعفة زمن قطع القلاووظ ، فيكون

الزمن القطع الكلى للقلاووظ = 4 × 2 = 8 min

<u>مثال تطبيقى (يم حله بمعرفة المتدرب) :</u>



الأبعاد بالمليمترات

الشكل التالى يوضح قطعة حلقية بقطر 100 مم وطول 45 مم

والمطلوب:

١. حساب زمن خراطة القورتين بوشين لكل جانب.

٢. إيجاد زمن القلوظة للثقب الموضح على نفس المخرطة بقلاووظ مربع ذو بابين خطوته 5 مم وبسرعة قطع 11 متر / دقيقة ويتم الرجوع أتوماتيكيا .

إذا علمت الأتى:

- سرعة القطع 25 متر/ د والتغذية 0.2 مم / لفة
- (عدد لفات العمود (200/125/100/90/70/55) لفة / د .

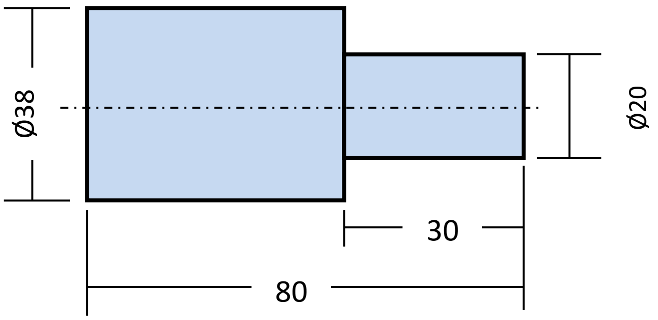
الحـــل :

مقايسات تطبيقية (١):

قطعة من صلب منخفض الكربون st 50 (Mild steel) الموضحة بالشكل التالى ، يراد تشطيبها بجودة عالية بوش تنعيم واحد.

والمطلوب:

- تحديد التسلسل الصحيح لعمليات التشغيل.
- حساب الزمن الكلى للخراطة ، حيث: V = 20 M/min، (f = 0.6 mm/rev) للسطح (5) ، 2 mm/rev لجميع السطوح) .
- حساب قدرة الأدارة لمحرك المخرطة إذا كانت قوة القطع 200 Kg ، كفاءة المخرطة (0.7)

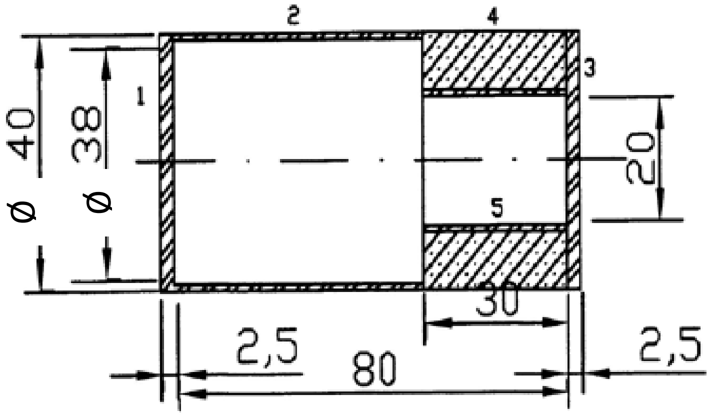


الحل:

يتضح من قراءة الرسم مايلى:

- للحصول على المنتج يجب تنفيذ خراطة طولية وواجهية لقطر صغير وبطول صغير وإنه يمكن عمل ذلك بواسطة مخرطة ذنبة.
- الخامة الأولية المستخدمة عبارة عن قطع مستقلة قطر 40 مم وبطول 85 مم.
- يمكن إستخدام ظرف ذى ثلاث أو اربعة فكوك للتثبيت ، لأن الطول ‹ 100mm.
- معدن الشغلة صلب طرى لذا يستخدم سائل تبريد (صابون+ زيت + ماء).
- تسلسل عمليات التشغيل تكون كالأتى:

- التسلسل الصحيح لعمليات التشغيل:



١. خراطة قورة (تنعيم) للوجة (1)
٢. تغيير للقلم
٣. خراطة طولية (تنعيم) للسطح (2)
٤. خراطة طولية (تنعيم) للسطح (4)
٥. تغيير القلم
٦. خراطة قورة (تنعيم) للوجة (3)
٧. تغيير القلم
٨. خراطة طولية تشطيبية للسطح (5)

أدوات القطع

- يستخدم نفس القلم للأوجه (1) ، (3)
- يستخدم قلم ثانى للأسطح (2) ، (4)
- يستخدم قلم ثالث للسطح (5)
- الأقلام الثلاثة مادتها صلب سريع القطع (ويمكن أن تكون أيضا من الكربيد)

- حساب أزمنة القطع :

١- خراطة قورة (تنعيم) للوجة (1)

حيث: D = 40 mm ، f = 2 mm/rev ، V = 20 M/min .

$$N = \frac{1000\,V}{\pi D} = \frac{1000 \times 20}{3.14 \times 40} = 159.3\ \text{rpm}$$

نختار أقرب عدد لفات من القيم المحددة على المخرطة ولتكن: 160 rpm

$$T = \frac{R+5}{f \times N} = \frac{20+5}{2 \times 160} = 0.08\ \text{min}$$

٢- خراطة طولية (تنعيم) للسطح (2)

حيث: L = 50 mm ، f = 2 mm/rev ، V = 20 M/min .

$$T = \frac{L+5}{f \times N} = \frac{50+5}{2 \times 160} = 0.17\ \text{min}$$

٣- خراطة طولية (تنعيم) للسطح (4)

حيث: L = 30 mm ، f = 2 mm/rev ، V = 20 M/min .

$$T = \frac{L+5}{f \times N} = \frac{30+5}{2 \times 160} = 0.11\ \text{min}$$

٤- خراطة قورة (تنعيم) للوجة (3)

حيث: D = 40 mm ، d = 20 mm ، f = 2 mm/rev ، V = 20 M/min .

$$T = \frac{(R-r)+5}{f \times N} = \frac{(40-20)+5}{2 \times 160} = 0.08\ \text{min}$$

٥- خراطة طولية (تنعيم) للسطح (5)

حيث: L = 30 mm ، f = 0. 6 mm/rev ، V = 28 M/min.

$$N = \frac{1000\ V}{\pi D} = \frac{1000\ \times 28}{3.14 \times 20} = 455.5\ \simeq 450 rpm$$

$$T = \frac{L + 5}{f \times N} = \frac{30 + 5}{0.6 \times 160} = 0.36\ min$$

مجموع أزمنة القطع= 0.08 + 0.17 + 0.11 + 0.08 +0.36 =0.8 min

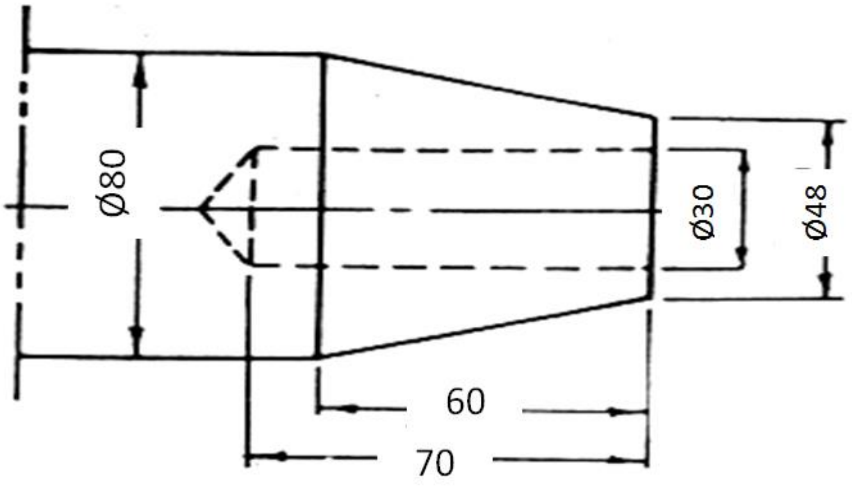
- حساب قدرة الأدارة لمحرك المخرطة:

تحسب قدرة الأدارة لمحرك المخرطة بالمعادلة التالية:

$$PA = \frac{Ps}{\eta} = \frac{Fs \times V}{6120 \times \eta} = \frac{200 \times 20}{6120 \times 0.7} = 0.93\ \ (KW)$$

مقايسة تطبيقية (٢):

القطعة الموضحة بالشكل التالى سيتم تشغيلها بالخراطة ، والمطلوب حساب الزمن الكلى لخراطة السلبة والثقب :



إذا علمت الأتى:

- عدد اللفات عند الخرط 200 لفة/ دقيقة وعند الثقب 120 لفة/ دقيقة
- مقدار التغذية 1 مم /لفة فى حالتى الثقب والخرط.
- عمق القطع عند الخرط 2مم/ وش.
- جتا هـ (جيب تمام زاوية السلبة)= 0.966
- زمن التحميل 12 دقيقة ، وزمن التجهيز 30 دقيقة.
- زمن الأجهاد 15 % من زمن دورة التشغيل.

الحل:

<u>حساب أزمنة التشغيل</u>

$$fc=\frac{D-d}{2t}$$ حيث: t عمق القطع

السلبة : $\text{ك} = \frac{\text{ق}_2 - \text{ق}_1}{\text{٢ء}} = \frac{\text{٨٠ − ٤٨}}{\text{٢ × ٢}} = \text{٨ وش}$

$\text{ل}' = \frac{\text{ل + ١٠}}{\text{ك جتا هـ}} \text{ (١ + ٢ + ٣ + ٤ + ٥ + ٦ + ٧ + ٨)}$

$= \frac{\text{٦٠ + ١٠}}{\text{٨ × ٠,٩٦٦}} \times \text{٣٦ = ٣٢٦ مم}$

زمن الخرط = $$T=\frac{L`}{f\times N}$$
حيث: f عمق القطع ، N سرعة الدوران ، L طول السلبة

زمن خرط السلبة = $\frac{\text{ل}^-}{\text{ت × ن}} = \frac{\text{٣٢٦}}{\text{١ × ٢٠٠}}$ = ١،٦٢ دقيقة

الثقب :

طول مشوار الثقب (ل) = ل١ + ٠،٣ ق = ٧٠ + (٠،٣ × ٣٠) = ٧٩ مم

زمن الثقب = $$T=2\times\frac{L}{f\times N}$$
حيث: f عمق القطع ، N سرعة الدوران ، L طول الثقب

زمن الثقب =٢× $\frac{\text{ل}}{\text{ت × ن}}$ = ٢× $\frac{\text{٧٩}}{\text{١ × ١٢٠}}$ = ١،٣٢ دقيقة

زمن القطع الكلى= ١،٦٢ +١،٣٢ = ٣ دقائق تقريبا

زمن دورة التشغيل = (زمن القطع الكلى+ زمن التحميل) = ٣+ ١٢ = ١٥ دقيقة

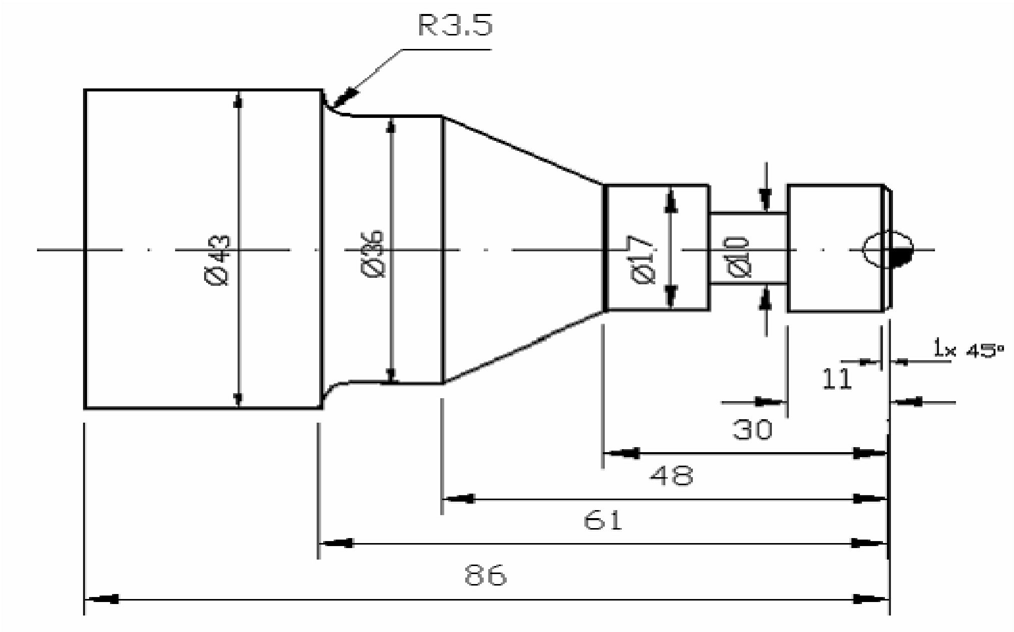
زمن الأجهاد = ١٥ × $\frac{\text{١٥}}{\text{١٠٠}}$ = ٢،٢٥ دقيقة

الزمن الأساسى = زمن التجهيز + زمن دورة التشغيل + زمن الأجهاد

= ٣٠ + ١٥ + ٢،٢٥ = ٤٧،٢٥ دقيقة

<u>تمرين تطبيقى: - (يقوم بحله المتدرب)</u>

الشكل التالى عبارة عن قطعة من صلب كربونى ، يراد تشطيبها بخرط سطحى طولى فقط وبجودة عالية بوش تنعيم واحد .



والمطلوب:

- تحديد التسلسل الصحيح لعمليات التشغيل المطلوبة.
- حساب الزمن الكلى للخراطة إذا علمت أن: V = 20 M/min، 2 mm/rev لجميع السطوح).
- حساب قدرة الأدارة لمحرك المخرطة إذا كانت قوة القطع 2500 Kg ، كفاءة المخرطة (0.8).

الحل:

المراجع العملية

١- تكنولوجيا تشغيل المعادن هكلر أند كوخ.

٢- خراطة المعادن أ.د / أحمد ذكى حلمى.

٣- تكنولوجيا الورش أ.د / أحمد سالم الصباغ.

٤- الحزم التدريبية لخراطة المعادن مشروع المعايير المهنية المصرية

٥- أساسيات التشغيل الميكانيكى بالتعليم الفنى والتدريب المهنى المصرى

٦- الموسوعة العربية.

٧- شبكة المعلومات الدولية (الوب سايت).

تم بحمد الله وتوفيقه ، ونسأله تعالى أن يجعله علمٌ يُنتَّفع به

حقوق الطبع والنشر محفوظة لمصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى